

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский государственный профессионально-педагогический
университет»

ПОВЫШЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО УРОВНЯ МЕХАНИЧЕСКОЙ
ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ «КОРПУС БЛОКА УПРАВЛЕНИЯ»

Выпускная квалификационная работа
по направлению подготовки 44.03.04 Профессиональное обучение
(по отраслям),
профилю подготовки «Машиностроение и материалобработка»
специализации "Технологии и оборудование машиностроения"

Идентификационный код ВКР: 728

Екатеринбург 2018

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский государственный профессионально-педагогический университет»
Институт инженерно-педагогического образования
Кафедра технологии машиностроения, сертификации и методики
профессионального обучения

К ЗАЩИТЕ ДОПУСКАЮ:
Заведующий кафедрой ТМС
_____ Н.В. Бородина
«___» _____ 2018г.

**ПОВЫШЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО УРОВНЯ
МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ
«КОРПУС БЛОКА УПРАВЛЕНИЯ»**

Выпускная квалификационная работа
по направлению подготовки 44.03.04 Профессиональное обучение
(по отраслям)
профиля подготовки «Машиностроение и материалобработка»
специализации «Технологии и оборудование машиностроения»

Исполнитель
студент группы ЗТО-405С

Безногов А.П.

Руководитель
доцент

Козлова Т.А.

Екатеринбург 2018

АННОТАЦИЯ

Дипломный проект содержит 132 листа печатного текста, 19 иллюстраций, 24 слайда, 47 таблиц, 18 использованных источников, 4 приложения.

Ключевые слова: ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС, ОБРАБАТЫВАЮЩИЙ ЦЕНТР С ЧПУ, ОБРАБОТКА ПОВЕРХНОСТЕЙ, ЭЛЕМЕНТЫ РЕЖИМА РЕЗАНИЯ, РАСЧЁТ НОРМ ВРЕМЕНИ, РАСЧЕТ СИЛ ЗАЖИМА, ВЫБОР КОНТРОЛЬНОГО ПРИСПОСОБЛЕНИЯ, ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ, МЕТОДИЧЕСКАЯ РАЗРАБОТКА.

Повышение технологического уровня механической обработки в условиях среднесерийного производства достигнуто за счёт применения современного обрабатывающего центра (ОЦ) с ЧПУ.

Разработан технологический процесс механической обработки детали «корпус блока управления», произведен выбор оборудования, режущего и мерительного инструмента, определены элементы режима резания для всех операций, выполняемых на ОЦ с ЧПУ и нормы времени на изготовление одной детали. Составлена управляющая программа.

Определены технико-экономические показатели с использованием двух вариантов технологического процесса.

В методической части выпускной квалификационной работы проанализирован профессиональный стандарт «Оператор-наладчик обрабатывающих центров», сформирована программа повышения квалификации. На одну из тем составлен перспективно-тематический план и разработана методика проведения занятия теоретического обучения, с применением электронной презентации.

					ДП 44.03.04.728.ПЗ			
Изм	Лист	№ документа	Подп.	Дата	Повышение технологического уровня механической обработки детали «Корпус блока управления»	Лит.	Лист	Листов
Разраб.		Безногов А.П.					2	
Пров.		Козлова Т.А.						
Н. Контр.		Суриков В.П.				ФГАОУ ВО РГПТУ, ИИПО Группа ЗТО-405С		
Зав. каф.		Бородин Н.В.						

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
1. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ И ИХ АНАЛИЗ.....	7
1.1. Служебное назначение детали.....	7
1.2. Технические требования, предъявляемые к детали.....	8
1.3. Характеристика материала	10
1.4. Анализ технологичности конструкции детали	11
2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ.....	14
2.1. Выбор типа производства и его характеристика	14
2.2. Анализ заводского технологического процесса	16
2.3. Выбор метода получения заготовки	17
2.4. Выбор методов обработки и разработка технологического процесса..	19
2.5. Анализ выбора оборудования с ЧПУ	26
2.6. Выбор технологических баз.....	34
2.7. Выбор зажимного приспособления	38
2.8. Выбор инструмента	45
2.9. Выбор средств технического контроля	52
2.10. Расчет припусков заготовки.....	54
2.11. Расчет и назначение режимов резания	58
2.12. Расчет технических норм времени	63
2.13. Разработка управляющей программы для станка с ЧПУ	67
3. ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ	76
3.1. Определение количества технологического оборудования вариант №1	76
3.2. Определение капитальных вложений вариант №1	78
3.3. Расчет технологической себестоимости детали вариант №1	78
3.4. Определение количества технологического оборудования	

вариант №2	90
3.5. Определение капитальных вложений вариант №2	92
3.6. Расчет технологической себестоимости детали вариант №2	92
4. МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	107
4.1. Методы и средства подготовки персонала	107
4.2. Анализ профстандарта по профессии	110
4.3. Содержание программы повышения квалификации	113
4.4. Составление перспективно-тематического плана	115
4.5. Разработка методики проведения занятия теоретического обучения	117
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	130
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	131
ПРИЛОЖЕНИЕ А. Лист задания по дипломному проектированию	133
ПРИЛОЖЕНИЕ Б. Перечень листов графических документов	134
ПРИЛОЖЕНИЕ В. Комплект технологической документации	135
ПРИЛОЖЕНИЕ Г. Методическая презентация	136
ПРИЛОЖЕНИЕ Д. Управляющая программа	139

ВВЕДЕНИЕ

Машиностроение - одна из ведущих отраслей народного хозяйства. Задачей машиностроения является создание совершенных конструкций машин и передовых технологий их изготовления, а также сокращение затрат труда при производстве освоенной продукции. В обоих случаях эти потребности могут быть удовлетворены только с помощью новых технологических процессов, внедрения новых методов технико-экономического анализа, обеспечивающего решение технических вопросов и экономическую эффективность технологических и конструкторских разработок и новых машин, необходимых для их выполнения. Объем продукции должен увеличиваться за счет автоматизации и механизации технологических процессов производства. Основное направление в развитии технического процесса - это создание принципиально новых технологических процессов производства и замена существующих процессов более точными и экономичными.

Главное внимание уделяется вопросам сокращения сроков подготовки производства и повышению качества продукции машиностроения, в значительной степени качество и технико-экономические показатели выпускаемой продукции зависят от подготовки производства, важной составной частью которой является проектирование технологических процессов. Автоматизацию технологических процессов следует рассматривать как высшую форму механизации труда, когда рабочий освобождается от прямого воздействия на продукт труда и за ним остается лишь функция управления сложными автоматическими машинами, осуществляющими технологические процессы.

Внедряемые технологические процессы должны обеспечивать высокое качество, точность и низкую себестоимость выпускаемой продукции. Эти

					ДП 44.03.04.728 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		5

показатели обеспечиваются обоснованным применением высокопроизводительного оборудования и технологической оснастки, а также средствами механизации и автоматизации.

В разрабатываемом проекте проводится сравнительный анализ двух решений задачи по обработке детали при использовании высокопроизводительного оборудования и технологической оснастки, также рационального метода получения заготовки.

Целью дипломного проекта является: повышение технологического уровня механической обработки детали «Корпус блока управления» на основе сравнительного анализа станков с ЧПУ.

Задачами дипломного проекта являются:

- анализ служебного назначения, технических требований и технологичности конструкции детали «Корпус блока управления»;
- выбор типа производства, метода получения заготовки и технологических баз для механической обработки детали;
- разработка технологического процесса обработки детали, выбор оборудования, инструмента и средств контроля;
- разработка управляющей программы обработки детали для станка с ЧПУ;
- экономическое обоснование технологического процесса;
- разработка методики переподготовки рабочих для работы на станках с ЧПУ.

1. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ И ИХ АНАЛИЗ

1.1. Служебное назначение детали

«Корпус блока управления» входит в состав специализированного электронно-механического аппарата предназначенного для передачи и приёма информации. Аппарат может использоваться для ввода (вывода) информации на ЭВМ последовательным кодом. Аппарат может работать как в стационарных условиях, так и в подвижных объектах (не на ходу) при температуре от -35°C до $+50^{\circ}\text{C}$, а также в условиях повышенной влажности до 98% при температуре $+35^{\circ}\text{C}$.

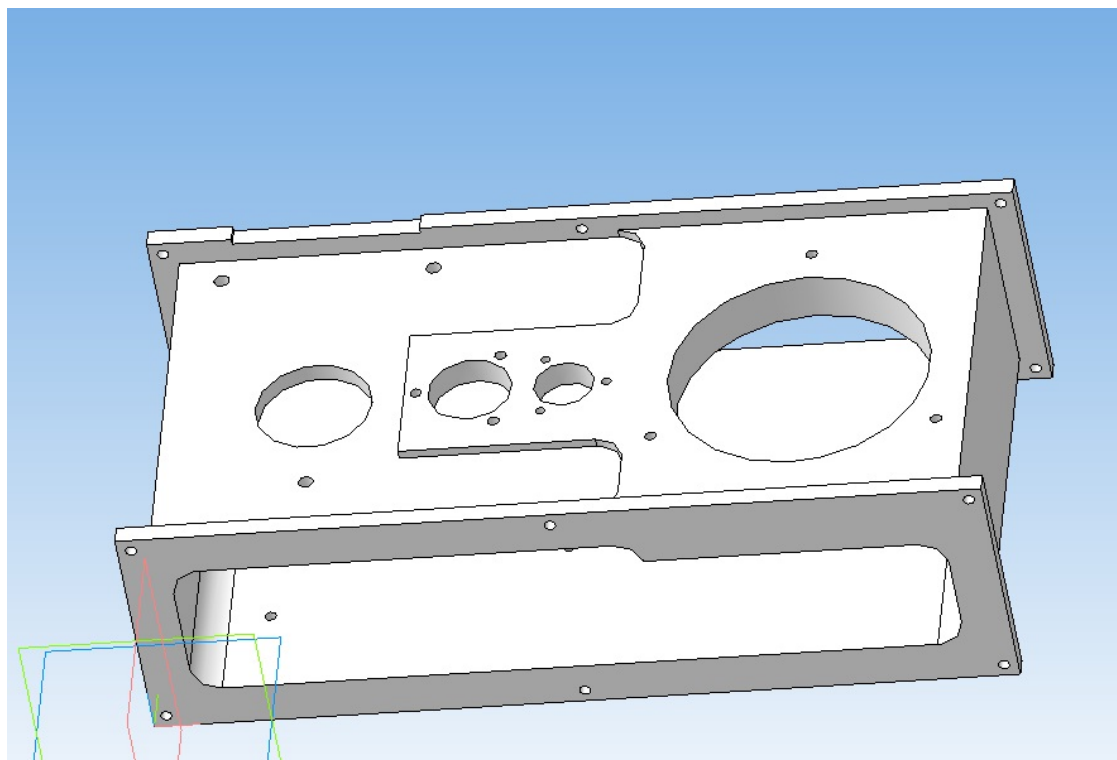


Рисунок 1. – 3D модель детали «Корпус блока управления».

Корпусные детали предназначены для размещения в них сборочных единиц и деталей. Они являются базовыми деталями. Корпусные детали должны обеспечивать постоянство точности относительного положения

деталей и механизмов как в статическом состоянии, так и в процессе эксплуатации машин. Поэтому они обладают достаточной жесткостью.

Корпусные детали имеют основные базирующие поверхности, как правило, в виде плоскостей. С помощью этих поверхностей они присоединяются к другим деталям – рамам, станинам, корпусам и другим. Имеются вспомогательные базирующие поверхности – поверхности отверстий и плоскостей, а также их сочетание.

1.2. Технические требования, предъявляемые к детали

Проведем подробный анализ технических требований на изготовление детали по чертежу и сформулируем основные технологические задачи, которые требуется решить при обработке детали.

К детали предъявляются следующие требования на взаимное расположение поверхностей:

- допуск перпендикулярности отверстия Ø56H7 относительно поверхности стенки 0,02мм.
- допуск перпендикулярности отверстия Ø13JS7 относительно поверхности стенки 0,02мм.
- допуск параллельности поверхностей боковых стенок 0,05 мм.
- допуск соосности отверстия Ø25H7 относительно поверхности Г 0.03 мм.
- Позиционные допуски резьбовых отверстий М3-7Н; М2,5-6Н не более Ø0,2 мм.

Шероховатость предъявляемая к поверхностям неотвественным в работе $\sqrt{Ra_{6,3}}$. С большой точностью выполняются отверстия Ø56H7, Ø18H7, Ø13JS7, а именно с шероховатостью $\sqrt{Ra_{1,6}}$. Отверстие Ø25H7 выполняется

					ДП 44.03.04.728 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		8

с шероховатостью $\sqrt{Ra_{3,2}}$. Наружные поверхности боковых стенок выполняются с шероховатостью $\sqrt{Ra_{3,2}}$.

Технические требования:

1. Заменитель материала: Сплав Д16 ГОСТ4784-97; Сплав В95 ГОСТ 4784-97.
2. Неуказанные радиусы R6.
3. Покрытие АН. Окс. нхр.
4. Остальные технические требования по ОСТ4 ГО 070.014

Деталь «Корпус» имеет сложные для обработки поверхности, которые возможно получить только фрезерованием.

Согласно ОСТ4 ГО 070.014 неуказанные предельные отклонения размеров: отверстий Н14, h14, остальных $\pm IT14/2$.

На деталях не допускаются:

- трещины, расслоения материала, заусенцы, острые кромки.
- сколы, вмятины.

Допускаются отдельные нарушения качества поверхностей, выходящие на один параметр за пределы шероховатости поверхности, указанной в чертеже.

Допускаются разметочные риски на поверхностях, не определяющих внешний вид изделия.

Острые кромки должны быть притуплены радиусом не более 0,3-0,5 мм или фаской 0,3-0,5 мм под углом 45°.

Деталь должна быть изготовлена в соответствии с рабочим чертежом и техническими условиями приведенными выше.

					ДП 44.03.04.728 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		9

1.3. Характеристика материала

Деталь «Корпус блока управления» изготовлена из сплава АМг6 ГОСТ 4784-97.



Рисунок 2. – Химический состав сплава АМг6.

Сплавы алюминия с магнием именуются магналиями. АМг6 - это магналий высокой пластичности, но средней прочности. Он обладает хорошей коррозионной стойкостью, хорошей обрабатываемостью резаньем и хорошо обрабатывается давлением. Однако, в ряду прочих широко известных магналиев этот сплав занимает первое место по прочности и твёрдости, но последнее место по коррозионной стойкости и последнее место по пластическим свойствам. Хотя он хорошо сваривается, но сварной шов АМг6 более пористый чем у того же АМг3 и часто требует дополнительной обработки. Это один из самых лёгких сплавов алюминия с плотностью 2,65 г/см³.

АМГ6 – подходит для деталей, испытывающих статические нагрузки. Относительно небольшое напряжение не приводит к растрескиванию

материала, поэтому алюминий марки АМг6 часто становится лучшим вариантом для создания средненагружаемых конструкций, помимо прочего, нуждающихся в высокой коррозионной стойкости.

1.4. Анализ технологичности конструкции детали «Корпус блока управления»

Анализ технологичности конструкции изделия производится с целью повышения производительности труда, снижения затрат и сокращения времени на технологическую подготовку производства.

Основным направлением обеспечения технологичности конструкции деталей является следующие:

1. Выбор материала и заготовки: конструкция должна обеспечивать применение наиболее экономических видов заготовок.
2. Уменьшение объема механической обработки:
 - а) использование точных заготовок;
 - б) уменьшение размеров обрабатываемых поверхностей за счет минимальных припусков.

Технологический анализ детали проводят как качественный, так и количественный.

Качественная оценка технологичности детали.

Достоинства:

- предусмотрена удобная и надёжная технологическая база в процессе механической обработки;
- обеспечен свободный вход и выход инструмента из зоны обработки;
- конфигурация детали и её материал позволяют применять наиболее прогрессивные заготовки, сокращающие объём механической обработки;
- для снижения объема механической обработки предусмотрены допуски только точных поверхностей;

					ДП 44.03.04.728 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		11

- деталь допускает обработку поверхностей на проход;
- предусмотрена возможность удобного подвода жёсткого и высокопроизводительного инструмента к зоне обработки детали;

Недостатки:

- конструкция детали имеет резьбовые отверстия маленького диаметра, что потребует дополнительной специальной оснастки для механической обработки.

При качественной оценке доминируют положительные характеристики, поэтому можно считать, что конструкция детали технологична.

Количественная оценка технологичности детали.

Количественную оценку технологичности конструкции детали производят по

1. Коэффициенту использования материала:

$$K_{им} = M_d / M_z$$

где M_d - масса детали по чертежу, кг;

M_z - масса материала, расходуемого на изготовление детали, кг.

$$K_{и.м} = \frac{M_d}{M_z} = \frac{1,2}{1,75} = 0,69$$

Для изготовления этого типа детали $K_{им}=0,69$ свидетельствует об удовлетворительном использовании материала.

2. Коэффициент точности обработки детали:

$$K_{тч} = 1 - \frac{1}{A_{ср}} \geq 0,8,$$

Где $A_{ср}$ – средний квалитет точности

$$A_{ср} = \frac{\sum A \times n_i}{\sum n_i};$$

где A – соответствующий квалитет точности;

n_i – число поверхностей данного квалитета точности;

$$A_1 = 7 \quad n_1 = 2$$

$$A_2 = 9 \ n_2 = 2$$

$$A_3 = 11 \ n_3 = 2$$

$$A_4 = 12 \ n_4 = 9$$

$$A_5 = 13 \ n_5 = 2$$

$$A_6 = 14 \ n_6 = 11$$

$$A_{cp} = \frac{7 \cdot 2 + 9 \cdot 2 + 11 \cdot 2 + 12 \cdot 9 + 13 \cdot 2 + 14 \cdot 11}{28} = 12,21$$

$$K_{Tq} = 1 - \frac{1}{12,21} = 0,92 \geq 0,8$$

3. Коэффициент шероховатости поверхностей детали:

$$K_{ш} = 1 - \frac{1}{B_{cp}} \geq 0,7;$$

где B_{cp} – среднее числовое значение параметра шероховатости

$$B_{cp} = \frac{\sum B \cdot n_{iш}}{n_{иш}};$$

где B – числовое значение параметров шероховатости на чертеже

$n_{иш}$ – число поверхностей составляющих шероховатость

$$B_1 = 1,6 \ n_1 = 8$$

$$B_2 = 3,2 \ n_2 = 6$$

$$B_3 = 6,3 \ n_3 = 1$$

$$B_4 = 12,5 \ n_4 = 13$$

$$B_{cp} = \frac{1,6 \cdot 8 + 3,2 \cdot 6 + 6,3 \cdot 1 + 12,5 \cdot 13}{28} = 7,17$$

$$K_{ш} = 1 - \frac{1}{7,17} = 0,86 \geq 0,7$$

С точки зрения механической обработки, данная деталь относится ко второму классу корпусных деталей. Габаритные размеры - 184x54x94; масса - 1,2 кг, что исключает применение специальных грузоподъемных средств.

По своей конструкции деталь представляет среднюю по сложности форму, что удобно для механической обработки детали. Каждая поверхность

расположена так, что имеет свободный доступ к ней инструмента.
 Конструктивно соответствует среднесерийному производству.
 В результате проведенного анализа сделан вывод: конструкция технологична.

					ДП 44.03.04.728 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		14

2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

2.1. Выбор типа производства и его характеристика

Тип производства - это классификационная категория производства, определяемая по признакам широты номенклатуры, регулярности и объема выпуска изделий. Различают три типа производства: единичное, серийное, массовое.

Тип производства определяет выбор технологического оборудования, степень механизированных и автоматизированных процессов, технологическую оснастку и в целом весь технологический процесс. Разрабатываемый в дипломном проекте технологический процесс по заданию должен быть ориентирован на среднесерийное производство.

Среднесерийное производство характеризуется ограниченной номенклатурой изделий, изготавливаемых периодически повторяющимися партиями, и сравнительно большим объемом выпуска, в сравнении с единичным производством. В среднесерийном типе производства используется универсальное, специализированное и частично специальное оборудование. Широко используются станки с ЧПУ, обрабатывающие центры и находят применение гибкие автоматизированные системы станков с ЧПУ. Технологическая оснастка в основном универсальная. Большое распространение имеет универсально-сборная, переналаживаемая и специальная технологическая оснастка, позволяющая существенно повысить коэффициент оснащенности серийного производства.

Для определения типа производства можно использовать данные по объему выпуска деталей 17000 шт. и их массе 1,2 кг (таблица 1).

					ДП 44.03.04.728 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		15

Таблица 1. - Данные для ориентировочного расчета типа производства

Масса детали, кг	Тип производства				
	единичное	мелкосерийное	среднесерийное	крупносерийное	Массовое
< 1,0	< 10	10-2000	1500-100000	75000-200000	200000
1,0-2,5	< 10	10-1000	1000-50000	50000-100000	100000
2,5-5,0	< 10	10-500	500-35000	35000-75000	75000
5,0-10	< 10	10-300	300-25000	25000-50000	50000
> 10	< 10	10-200	200-10000	10000-25000	25000

Принимаем среднесерийный тип производства. Согласно ГОСТ 14.312-74 форма организации производства может быть поточной или групповой. Она определяет порядок выполнения операций технологических процессов, направление движения деталей в процессе их изготовления, расположение технологического оборудования и рабочих мест. Групповая форма организации производства характеризуется периодическим запуском деталей партиями.

Количество деталей в партии для одновременного запуска определяется упрощенным способом по формуле

$$n = \frac{N \cdot a}{254} \text{ шт.}$$

где a - периодичность запуска в днях (рекомендуется следующая периодичность запуска деталей: 3, 6, 12, 24 дня);

254 - количество рабочих дней в году.

$$n = \frac{17000 \cdot 24}{254} = 1606,3 \text{ шт.}, \text{ принимаем } 1607 \text{ шт.}$$

Размер партии может быть скорректирован с учетом удобства планирования и организации производства. С этой целью размер партии принимают не меньше сменной выработки.

2.2 Анализ заводского технологического процесса

Характеристика технологического процесса.

По признакам технологический процесс относят:

- по числу охватываемых изделий – среднесерийный;
- по назначению – рабочий;
- по документации – маршрутно-операционный.

Анализируя имеющийся технологический процесс можно отметить следующие недостатки: обработка детали производится на универсальных станках, что, значительно увеличивает вспомогательное время на базирование детали, а так же переналадку оборудования, и как следствие, приводит к повышению штучного времени и повышению себестоимости изделия. Технологическая оснастка, указанная в базовом технологическом процессе, с низкой степенью механизации. Дополнительные операции и переходы говорят о том, что режимы резания назначены нерационально. Технологический процесс обеспечивает требования заложенные конструктором, заданную точность и качество поверхностей.

Таблица 3 – Сравнение заводского и проектируемого ТП.

Заводской ТП	Проектируемый ТП
Заготовительная операция	
005 Вертикально – фрезерная 010 Вертикально – фрезерная 015 Вертикально – сверлильная	005 Фрезерная с ЧПУ
Σ Тшт.к = 54,83 мин.	Σ Тшт.к = 31,71 мин.

Анализируя данную таблицу, становится очевидным, что при заводском ТП используется многостаночность, вследствие чего затрачивается больше времени на механическую обработку деталей, транспортировку деталей с одного рабочего места на другое. А в проектируемом ТП время обработки детали «Корпус блока управления» сокращается за счет использования станков с ЧПУ. Что влечет за собой повышение производительности обработки, связанной с уменьшением вспомогательного времени на 30..50 % по сравнению с обычными станками с ручным управлением. Поэтому внедрение прогрессивных методов размерной обработки деталей, экономически обоснованное применение высокопроизводительного оборудования, износостойкого комбинированного режущего инструмента, механизированной оснастки и средств автоматизации производственных процессов в механических цехах современных машиностроительных заводов становится весьма актуальным.

2.3. Выбор метода получения заготовки

Выбор заготовки для дальнейшей обработки является одним из самых важных этапов проектирования технологического процесса изготовления детали. От правильности выбора заготовки, размеров, установления ее форм, припусков на обработку, точности размеров в значительной степени зависят характер и число операций или переходов, трудоемкость изготовления детали, расход материала и инструмента, и, в итоге, стоимость изготовления детали.

При определении метода получения заготовки следует учитывать, что предлагаемый метод должен обеспечивать для данного типа производства наиболее высокий коэффициент использования материала (Ким), трудоемкости и экономичности ее обработки. Выбор метода получения

заготовки определяется технологическими характеристиками детали, конструктивными формами и размерами заготовки, требуемой точностью выполнения заготовки, шероховатостью и качеством ее поверхностных слоев, величиной программы выпуска и заданными сроками выполнения этой программы. Выбранный метод получения заготовки должен обеспечивать наименьшую себестоимость детали, т.е. издержки на материал, выполнение заготовки и последующую механическую обработку вместе с накладными расходами должны быть минимальны.

Для получения качественных прочных деталей из алюминиевого сплава используется метод алюминиевого литья под давлением. Процесс происходит в прочных стальных разъемных формах с помощью специальных поршневых машин. Способ считается целесообразным при величине партии 1000 и более деталей и массой отливки до 100 кг.

Высокое давление нагнетается гидравлическим прессом или особым поршнем, который действует под влиянием сжатого газа или масляного состава горячим или холодным способом. Высокая скорость прессования и качество готовых деталей обеспечивается давлением в 100-200 атмосфер.

Таким способом отливаются детали сложных форм, с тонкими стенками, а также те из них, которые предназначены для сложных конструкций и комплектаций.

Алюминиевое литье под давлением — более экономически выгодный и более безопасный экологически способ. В течение короткого промежутка времени можно выполнить несколько отливок, используя лишь одну пресс-форму. В связи с тем, что при этом способе не возникает потребности в использовании алюминиевых формовочных смесей, такое производство является менее вредным и более предпочтительным, а точность конструкций снижает затраты на расход металла и в целом на производство.

Уклоны в соответствии с ГОСТ 3212 – 92 выбираем: для наружных поверхностей 0°30'; для внутренних 0°45'. Отверстия в отливке при литье высверливаются если их диаметры не превышают 30 мм.

Назначаем классы точности, рассчитываем припуски на механическую обработку, назначаем допуски по таблицам ГОСТ 26645-85 [5] (издание 1996 г. с изменениями, соответствующими международным стандартам ИСО8015–85, ИСО 8062–84 (дополнение №1 от 1986 г.)).

Принимаем точность отливки 6-4-9-5т.

Класс размерной точности отливки по табл. 9 принимаем 5т по ГОСТ 26645-85. Ряд припусков: 6 по табл.14, тогда припуск на сторону 2 мм (табл.5), а соответственно допуск 0,1 – 0,11 (табл.6).

Принимаем степень коробления – 4 (табл.10); степень точности поверхности – 9 (табл.11); класс точности массы – 5т (табл.12); шероховатость поверхности отливки Ra12,5 (табл.12).

Преимуществами этого способа являются универсальность форм, низкая себестоимость, возможность использования малоотходных технологических процессов.

2.4. Выбор методов обработки поверхностей и разработка технологического процесса

Выбор методов обработки поверхностей зависит от конфигурации детали, ее габаритов, точности и качества обрабатываемых поверхностей, вида принятой заготовки. В зависимости от технических требований, предъявляемых к детали, и типа производства выбирают один или несколько возможных методов обработки резанием и соответствующее оборудование.

На этом этапе решаются следующие задачи: составляется общий план обработки детали, устанавливается последовательность выполнения

					ДП 44.03.04.728 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		20

технологических операций, уточняются методы обработки поверхностей детали и технологические базы, предварительно выбираются средства технологического оснащения, определяется содержание операций.

Технологический процесс механической обработки детали «Корпус блока управления» представлен в таблице 2.

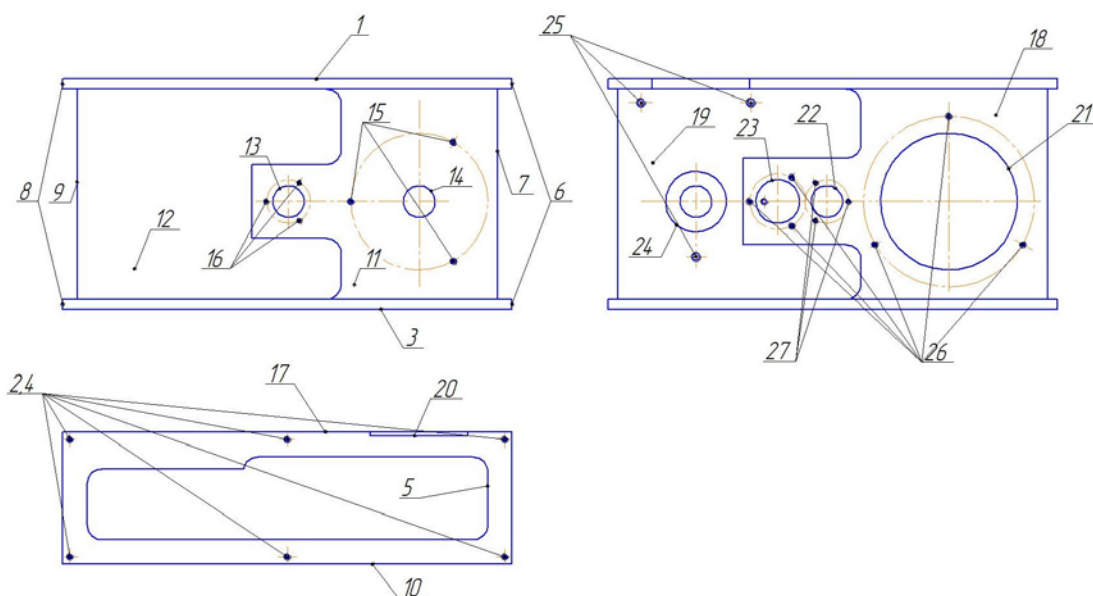


Рисунок 3. – Нумерация поверхностей

Рациональный способ обработки в конкретных условиях выбирается на основе общего принципа наибольшей экономичности, который гласит: из всех возможных способов обработки следует выбирать наиболее экономичный. В зависимости от формообразования деталей обработка заготовок может выполняться на токарных, сверлильных, фрезерных, строгальных, долбежных, шлифовальных и других станках. Если наиболее экономичный способ не может обеспечить необходимые технические требования, то предварительную обработку выполняют способом наиболее экономичным, а окончательную — тем способом, который обеспечивает технические требования.

Таблица 2 - Методы обработки поверхностей

№ пов.	Наименование	Размер	IT	Ra	Метод обработки
1	2	3	4	5	6
1	Плоскость	94h11	11	6,3	Фрезеровать
2	6 отверстий под нарезание резьбы	M3-7H	7	6,3	Сверлить Нарезать резьбу
3	Плоскость	94h11	11	6,3	Фрезеровать
4	6 отверстий под нарезание резьбы	M3-7H	7	6,3	Сверлить Нарезать резьбу
5	Окно	164,100, 34,29	14	6,3	Фрезеровать
6	Торец	184	14	6,3	Фрезеровать
7	Углубление	172, 6±0,2, 84, 4	14	6,3	Фрезеровать
8	Торец	184	14	6,3	Фрезеровать
9	Углубление	172, 6±0,2, 84, 4	14	6,3	Фрезеровать
10	Плоскость	54	14	6,3	Фрезеровать
11	Углубление	46h9	9	3,2	Фрезеровать
12	Углубление	44h9	9	3,2	Фрезеровать
13	Отверстие	Ø13JS7	7	1,6	Фрезеровать
14	Отверстие	Ø13JS7	7	1,6	Фрезеровать
15	3 отверстия под	M3-7H	7	6,3	Сверлить

Начало пов.	Наименование	Размер	IT	Ra	Метод обработки
1	2	3	4	5	6
	нарезание резьбы				Нарезать резьбу
16	3 отверстия под нарезание резьбы	M2,5-6H	7	6,3	Сверлить Нарезать резьбу
17	Плоскость	54	14	6,3	Фрезеровать
18	Углубление	46h9	9	3,2	Фрезеровать
19	Углубление	44h9	9	3,2	Фрезеровать
20	Паз	40	14	6,3	Фрезеровать
21	Отверстие	56H7	7	1,6	Расточить
22	Отверстие	Ø13JS7	7	1,6	Фрезеровать
23	Отверстие	Ø18H7	7	1,6	Фрезеровать
24	Отверстие	Ø25H7	7	3,2	Фрезеровать
25	3 отверстия под нарезание резьбы	M4-7H	7	6,3	Сверлить Нарезать резьбу
26	6 отверстий под нарезание резьбы	M3-7H	7	6,3	Сверлить Нарезать резьбу
27	3 отверстия под нарезание резьбы	M2,5-6H	7	6,3	Сверлить Нарезать резьбу

Для достижения наиболее полного использования оборудования и наибольшей производительности труда необходимо, помимо использования всех технических возможностей станка, инструмента и приспособлений, сосредоточить особое внимание на рациональной организации рабочего места, при которой должна быть обеспечена непрерывность работы станка и рабочего, т. е. должны быть устранены всякого рода задержки и потери

времени из-за лишнего движения и хождения, из-за несвоевременной подачи материала, инструмента, приспособления, из-за несвоевременного ремонта, из-за неудобного расположения рабочего, материала и инструмента и т. п.

План обработки детали вариант №1.

Составим план обработки детали с использованием обрабатывающего центра Spinner VC450 и определим содержание каждой операции.

005 Отливка

Литье под давлением

010 Фрезерная с ЧПУ

1. Фрезеровать плоскость 1.
2. Сверлить и нарезать резьбу 6 отверстий 2.
3. Переустановить деталь.
4. Фрезеровать плоскость 3.
5. Сверлить и нарезать резьбу 6 отверстий 4.
6. Фрезеровать окно 5.
7. Фрезеровать плоскость 6.
8. Фрезеровать углубление 7.
9. Фрезеровать плоскость 8.
10. Фрезеровать углубление 9.
11. Переустановить деталь
12. Фрезеровать плоскость 10.
13. Фрезеровать углубление 11.
14. Фрезеровать углубление 12.
15. Фрезеровать отверстия 13, 14.
16. Сверлить и нарезать резьбу 6 отверстий 15, 16.
17. Переустановить деталь.
18. Фрезеровать плоскость 17.
19. Фрезеровать углубление 18.

20. Фрезеровать углубление 19.
21. Фрезеровать паз 20.
22. Расточить отверстие 21.
23. Фрезеровать отверстия 22, 23, 24.
24. Сверлить и нарезать резьбу 3 отверстия 25.
25. Сверлить и нарезать резьбу 6 отверстий 26.
26. Центровать 3 отверстия 27.
27. Сверлить 3 отверстия под нарезание резьбы 27.

020 Слесарная

1. Притупить острые кромки, снять заусенцы.
2. Нарезать резьбу в отверстиях 27.

020 Моечная

Промыть деталь

025 Покрытие

Покрытие АН. Окс. Нхр.

030 Контрольная

Визуальный контроль и измерительный контроль.

План обработки детали вариант №2.

Составим план обработки детали с использованием обрабатывающего центра Spinner U5-620 и определим содержание каждой операции.

005 Отливка

Литье под давлением

010 Вертикально-фрезерная

1. Фрезеровать плоскость 1.
2. Сверлить и нарезать резьбу в 6 отверстиях 2.

015 Комплексная с ЧПУ

Позиция I

1. Центровать 6 отверстий 2.

2. Сверлить 6 отверстий 2.
3. Фрезеровать плоскость 3.
4. Сверлить и нарезать резьбу 6 отверстий 4.
5. Фрезеровать окно 5.

Позиция II

6. Фрезеровать плоскость 6.
7. Фрезеровать углубление 7.

Позиция III

8. Фрезеровать плоскость 8.
9. Фрезеровать углубление 9.

Позиция IV

10. Фрезеровать плоскость 10.
11. Фрезеровать углубление 11.
12. Фрезеровать углубление 12.
13. Фрезеровать отверстия 13, 14.
14. Сверлить и нарезать резьбу 6 отверстий 15, 16.

Позиция V

15. Фрезеровать плоскость 17.
16. Фрезеровать углубление 18.
17. Фрезеровать углубление 19.
18. Фрезеровать паз 20.
19. Расточить отверстие 21.
20. Фрезеровать отверстия 22, 23, 24.
21. Сверлить и нарезать резьбу 3 отверстия 25.
22. Сверлить и нарезать резьбу 6 отверстий 26.
23. Центровать 3 отверстия 27.
24. Сверлить 3 отверстия под нарезание резьбы 27.

020 Слесарная

3. Притупить острые кромки, снять заусенцы.

4. Нарезать резьбу в отверстиях 27.

020 Моечная

Промыть деталь

025 Покрытие

Покрытие АН. Окс. Нхр.

030 Контрольная

Визуальный контроль и измерительный контроль.

В целом технологический процесс обеспечивает точность линейных и диаметральных размеров; качество обработанных поверхностей, допуски отклонения формы и расположения поверхностей.

2.5. Анализ выбора оборудования с ЧПУ

Выбор технологического оборудования – станков зависит: от метода обработки; возможности обеспечить точность размеров и формы, а также качество поверхности изготавливаемой детали, а также габаритных размеров заготовок и размеров обработки; мощности, необходимой для резания; производительности и себестоимости в соответствии с типом производства; возможности приобретения и цены станка; степени работы и безопасности станка.

При этом учитываются следующие факторы:

- размеры стола станка должны быть в 1,2-1,5 раза больше габаритных размеров детали для обеспечения возможности установки и закрепления на столе приспособления;
- мощность двигателя главного привода станка должна быть достаточной для принятого метода обработки;
- габаритные размеры и масса станка должны быть наименьшими.

					ДП 44.03.04.728 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		27

Так как в технологическом процессе необходимо обработать корпусную деталь, следовательно рационально использовать фрезерный станок. Так как технологический процесс включает в себя помимо фрезерования еще сверление и нарезание резьбы, следовательно, необходимо использовать универсальный станок.

В данной работе будет представлено два альтернативных варианта обработки детали «Корпус блока управления», исходя из этого заданным параметрам удовлетворяют вертикально-фрезерный обрабатывающий центр SPINNER VC-450 и 5-ти координатный (4+1) вертикально-фрезерный обрабатывающий центр с ЧПУ SPINNER U5-620-Compact оснащенные системой ЧПУ – Heidenhain TNC620.



Рисунок 4 – Фрезерный станок Spinner VC – 450.

Среди особенностей станка можно выделить такие качества, как очень компактная конструкция. В стандартной комплектации станка в качестве привода главного движения применяется шпиндель с «Прямым приводом» без

ремней со скоростью до 15.000 об/мин, а также применяются жесткие направляющие качения со скоростью быстрых перемещений 36 м/мин.

Исполнение конуса шпинделя в этом варианте SK40 или BT40. В станке имеется система охлаждения шпиндельного узла жидкостью. Для удаления образующейся в процессе обработки стружки, станок комплектуется приставным конвейером удаления стружки скребкового типа (направление удаления стружки – «влево»).

Станок оснащается абсолютными энкодерами, а это значит – не нужно выставлять нулевую точку у станков.

Таблица 3 – Характеристики станка VC – 450.

Рабочая зона	
Рабочая поверхность стола, мм	770x300
Макс. Нагрузка стола, кг	200
Ось X, мм	450
Ось Y, мм	400
Ось Z, мм	400
Система ЧПУ	Heidenhain
Точностные характеристики	
Точность позиционирования, мм	0.008
Повторяемость позиционирования, мм	0.004
Шпиндель	
Внутренний конус, мм	SK40
Диапазон частот вращения, об/мин	15000
Система автоматической смены инструмента	
Инструментальный магазин, ячеек	24
Главный привод	
Мощность, кВт	6,0
Габариты станка	
Длина, мм	1800
Ширина, мм	1600
Масса станка	
Масса станка, кг	2900

Электрооборудование станка выполнено с учетом требований ЕС. Шкаф управления смонтирован непосредственно на станке, оборудован системой вентиляции. Панель стационарного пульта управления расположена в удобном для оператора месте с учетом требований эргономики. Станок оборудован счетчиком моточасов.



Рисунок 5 – Обрабатывающий центр Spinner U5-620.

Станок серии U5-620-Compact представляет собой современный 5-ти координатный вертикально-фрезерный обрабатывающий центр с ЧПУ, предназначенный для обработки деталей сложной конфигурации в режиме 4+1 с высокой точностью и качеством обработанной поверхности. Примененные при конструировании станка технические решения позволяют достигнуть высокой степени автоматизации станка при установке их в гибкие автоматизированные производственные линии либо при использовании систем смены паллет производства SPINNER-Automation.

					ДП 44.03.04.728 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		30

Для измерения размера и положения инструмента в рабочей зоне применяется измерительная система, которая предусматривает автоматический обдув инструмента сжатым воздухом перед проведением измерения. Кроме этого, с целью сокращения времени на привязку инструмента к нулевой точке применяются приборы настройки инструмента вне станка. Для измерения положения детали применяется лазерная система измерения положения детали.

Таблица 4 – Технические характеристики ОЦ Spinner U5-620.

Рабочая зона	
Перемещение по оси X, мм	620
Перемещение по оси Y, мм	520
Перемещение по оси Z, мм	460
Расстояние от шпинделя до стола, мм	150-610
Быстрое перемещение по осям X / Y / Z, м/мин	32 / 48
Рабочий стол	
Размеры наклонно-поворотного стола, мм	545 / 650
Макс. Нагрузка на стол, кг	500
T-пазы	18H8
Главный шпиндель	
Макс. Скорость вращения, об/мин	9.000 / 12.000
Конус шпинделя	SK40 / BT40
Мощность гл. Шпинделя (40%), кВт	15
Момент гл. Шпинделя (40%), Нм	85
Магазин инструмента	
Число инструментальных позиций, шт.	24
Макс. Диаметр инструмента, мм	76
Макс. Диаметр инструмента (при свободных соседних позициях), мм	127
Прочие данные	
Габариты (ДхШхВ), м	3.135x2.415x2.920
Масса, кг	7.100

Узлы и механизмы станка смонтированы на жесткой чугунной станине, в верхней части станины расположены горизонтальные направляющие качения оси X, по которым перемещается нижняя каретка. В верхней части

нижней каретки расположены горизонтальные направляющие качения оси Y, по которым перемещается верхняя каретка. На вертикальной части верхней каретки расположены направляющие качения оси Z, по которым перемещается шпиндельная бабка со шпиндельным узлом. Механизм наклона стола расположен в станине станка. Для обеспечения повышенной жесткости стола применяется дополнительная опора в передней части стола. Крепление детали производится на наклонно-поворотный рабочий стол Ø 650 мм (внутреннее кольцо Ø 500 мм). Для крепления детали на столе предусмотрены 5 Т-образных пазов шириной 18 мм и центральное отверстие Ø 50 мм H7.

Угол поворота наклонно-поворотного стола $-5^{\circ}(-90^{\circ})/+110^{\circ}$ градусов с приводом через червячный редуктор. Фиксация поворотной и наклонной осей производится при помощи механизма с пневматическим приводом (гидрозажим – опциональное оснащение). Поворот стола (ось C) происходит вокруг вертикальной оси вращения на 360 градусов. Точность угловых перемещений наклонно-поворотного стола обеспечивается применением (опция) оптических шкал, обеспечивающих заявленную точность независимо от износа червячного редуктора. Закаленные и шлифованные направляющие для подвижных частей, выполняющих перемещения по осям X, Y, Z, являются направляющими качения (роликовые). Инструментальный магазин на 24 инструмента в стандартной комплектации (с горизонтальной осью вращения расположен слева от шпиндельной бабки).

Смену инструмента производит двурычажный сменщик типа «механическая рука» со временем смены инструмента 1,6 сек. Конструкция инструментального магазина предусматривает наличие дверки, которая открывается во время смены инструмента. При выполнении процесса обработки дверка закрыта, обеспечивая надежную изоляцию механизма

смены инструмента от стружки и СОЖ. Зажим инструмента по DIN69872 обеспечивает пневматическая система станка. При смене инструмента предусмотрен обдув конуса шпинделя. В качестве измерительных систем применены датчики кругового вращения – прямые измерительные системы. По желанию заказчика производится установка оптических линеек (прямые измерительные системы), в которых предусмотрена подача сжатого воздуха, в этом случае возможное разрешение перемещения по осям составляет ± 0.003 мм, повторяемость ± 0.002 мм. При применении прямых измерительных систем в состав станка включена система температурной компенсации, учитывающая изменение геометрии станка, связанное с нагревом шпинделя.

В стандартной комплектации станка в качестве привода главного движения применяется частотно-регулируемый электродвигатель с числом оборотов 9.000 об/мин. (опционально 12.000), расположенный соосно со шпинделем. Передача крутящего момента обеспечивается муфтовым соединением. Исполнение конуса шпинделя в этом варианте SK40 или BT40. В станке имеется система охлаждения шпиндельного узла жидкостью. Для удаления образующейся в процессе обработки стружки, станок комплектуется приставным конвейером удаления стружки скребкового типа (направление удаления стружки – «влево»).

Так же для подготовки технологической базы детали при обработке с использованием обрабатывающего центра Spinner U5-620 применяется вертикально-фрезерный станок 6P12.



Рисунок 6. – Вертикально – фрезерный станок 6P12.

Таблица 5 – Технические характеристики вертикально – фрезерного станка 6P12

Размеры поверхности стола, мм	1250x320
Наибольший продольный ход стола (X), мм	800
Наибольший поперечный ход стола (Y), мм	250
Наибольший вертикальный ход стола (Z), мм	420
Мощность привода главного движения, кВт	7,5
Частота вращения шпинделя, об/мин	40-2000
Количество скоростей шпинделя	18
Перемещение пиноли шпинделя, мм	70
Пределы продольных и поперечных подач стола (X. Y), мм/мин	12.5-1600
Пределы вертикальных подач стола (Z), мм/мин	4,1-530
Количество подач продольных/ поперечных/ вертикальных	22
Масса станка, кг	3120

Замена существующего универсального оборудования на обрабатывающие центры с ЧПУ, соответствует серийному производству и позволит предприятию справиться с задачей годового увеличения выпускаемых изделий.

Одно из главных преимуществ обрабатывающих центров с ЧПУ – высокая производительность: она в 3-8 раз превышает производительность обычных станков. Это достигается за счет сокращения вспомогательного времени, а доля машинного времени в общем цикле обработки увеличивается на 60-70%.

Вспомогательное время уменьшается за счет таких факторов, как высокая скорость функционирования рабочих элементов, автоматическая смена инструментов и т.д.

Один обрабатывающий центр с успехом выполняет целый комплекс работ, требующих высокой точности.

2.6. Выбор технологических баз

Выбор технологических баз в значительной степени определяет точность размеров, получаемых в процессе обработки детали, выбор режущих инструментов, станочных приспособлений и производительность обработки.

Комплектом баз называется совокупность 3 баз, образующих систему координат заготовки.

Технологической базой называется база, используемая для определения положения заготовки в процессе изготовления. Согласно теоретической механике, требуемое положение твёрдого тела или заготовки относительно выбранной системы координат достигается наложением геометрических связей, лишаящих тело 3 перемещений вдоль осей X, Y, Z и 3 поворотов вокруг этих осей. Каждая опорная точка, символизирующая 1 из связей заготовки с выбранной системой координат лишает заготовку только одной степени свободы, следовательно, для полного базирования заготовки, т.е. придание ей определённого положения в приспособлении необходимо и достаточно наличие

6 опорных точек, лишаящих заготовку 6 степеней свободы (правило 6 точек). При большем числе точек базирование будет неоднозначным и неопределённым. Схема расположения опорных точек на базах заготовки называется схемой базирования.

По числу степ свободы, которых лишает заготовку технологические базы, они подразделяются на установочные, направляющие, опорные, двойные направляющие и двойные опорные. База, лишаящая заготовку 3 степеней свободы – перемещение вдоль одной из координатных осей и поворота вокруг двух других осей, называется установочной базой.

База, лишаящая заготовку 2 степеней свободы – перемещение вдоль одной координатной оси и поворотом вокруг другой оси, называется направляющей базой.

База, лишаящая заготовку одной степени свободы – перемещение вдоль одной координатной оси или поворотом вокруг оси, называется опорной базой.

База, лишаящая заготовку 4 степ свободы – это перемещение вдоль 2х координатных осей и вращение вокруг этих осей, называется двойной направляющей базой.

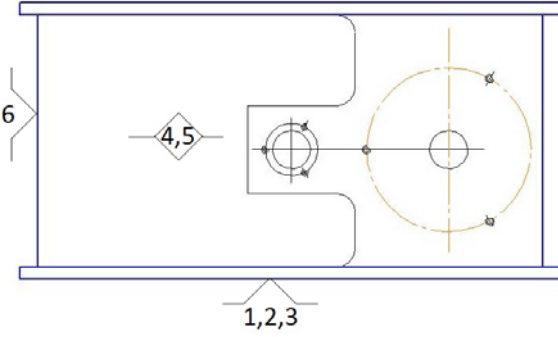
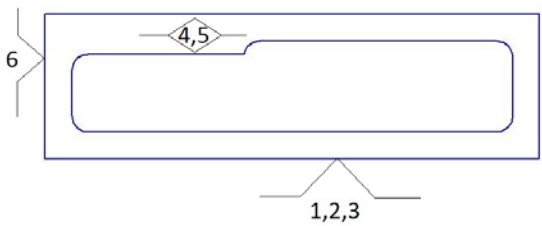
Бывает двойная опорная база-база, лишаящая заготовку 2 степеней свободы, перемещение вдоль 2х координатных осей.

Технологическая – относительно которой ориентируются поверхности обрабатываемые за данной установкой. Т.Б. служит для определения положения заготовки в процессе изготовления.

Установочная – для наложения на объект связей, лишаящих его трех степеней свободы – перемещения вдоль одной координатной оси и поворота вокруг двух других.

Направляющая – для наложения двух степеней свободы – перемещения вдоль одной оси и поворота вокруг другой.

Таблица 6. – Технологические базы для варианта №1.

Ном ер опер.	Схемы базирования заготовки на станке Spinner VC – 450	Описание
010		Установ А. Установ Б. Деталь базируется по необработанной поверхности (черновая база). Обработка чистовой базы, сверление отверстий, обработка окна. (По программе)
010		Установ А. Установ Б. Деталь базируется по обработанной части (чистовая база). Обработка по программе.

При выборе технологических баз для первой операции применяются обычно черные необработанные поверхности – «черновые базы». К черновой базе предъявляются следующие требования:

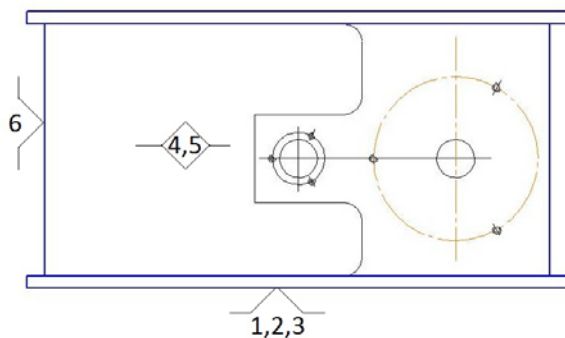
- черновая база должна занимать, возможно более определенное положение относительно других поверхностей;
- черновая база должна иметь достаточные размеры, возможно более высокую степень точности и наименьшую шероховатость поверхности;

- черновая база должна обеспечивать устойчивое положение детали;
- черновая база должна использоваться только один раз.

Исходя из этих требований, в качестве черновой базы выбираем поверхности боковых стенок, закрепление осуществляется с помощью станочных тисов.

Чистовая база – это обработанная поверхность, на которую устанавливается деталь при обработке.

Таблица 7. – Технологические базы для варианта № 2.

Ном ер опер.	Схемы базирования заготовки на ОЦ Spinner U5-620	Описание
015		Установ А. Деталь базируется по заранее обработанной поверхности (чистовая база). Обработка детали по программе с поворотом стола по осям.

В качестве базы для промежуточных операций (между первой и последней операциями) выбирают с учетом следующих соображений:

- необходимо использовать те поверхности, которые связаны с обрабатываемой кратчайшей размерной цепью;
- не следует менять базы без достаточных на то оснований;
- при смене базы следует переходить к более точной.

Для обработки с высокой степенью точности (например, получения отверстий 6-го и 7-го квалитетов) разброс по твердости заготовок должен быть уменьшен по сравнению с действующими стандартами. Форма заготовок должна как можно больше соответствовать форме готовой детали, иметь небольшие припуски на обработку.

2.7 Выбор зажимного приспособления

Для обработки детали «Корпус блока управления» на станке Spinner VC-450 будем использовать тисы станочные с пневматическим приводом.

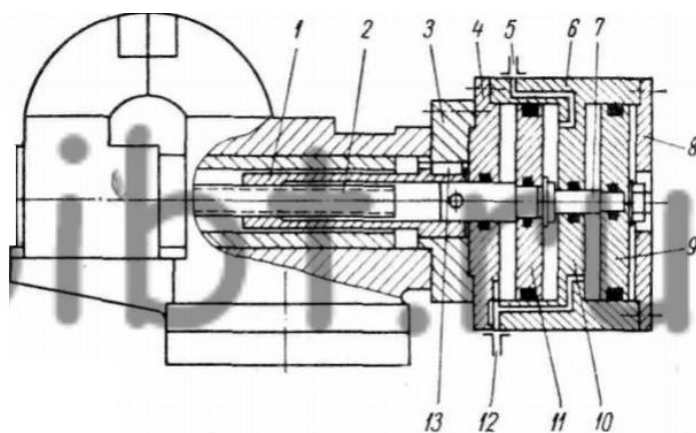


Рисунок 7 – Схема конструкции тисов с пневматическим приводом.

Цилиндр 6 пневмопривода разделен стенкой 10 на две камеры: переднюю и заднюю. В передней камера установлен поршень 11, в задней — поршень 9, смонтированные на общем штоке 7. Цилиндр закрыт крышками. Передняя крышка 1 крепится к фланцу цилиндра герметично и имеет отверстие с уплотнительным устройством для штока, крышка 8 предназначена только для защиты рабочей поверхности и может быть изготовлена из тонколистовой стали. Для прохода воздуха при работе пневмоцилиндра в крышке имеются отверстия.

При установке пневмоцилиндра на стандартные слесарные тиски они подвергаются незначительной переделке, а именно: гайка зажимного винта заменяется резьбовой втулкой (удлиненной гайкой) 1, соединенной со штоком привода, и на корпусе неподвижной губки сверлятся и нарезаются отверстия для крепления пневмоцилиндра. На изображенной на рисунке конструкции пневмоцилиндр присоединен к корпусу неподвижной губки при помощи переходного фланца 3.

Работают тиски следующим образом. Для зажима детали воздух подается через штуцер 12 в левые полости камер и рабочими являются оба поршня; при разжиме тисков, когда не требуется большого усилия, воздух подается через штуцер 5 только в правую полость передней камеры, так как правая полость задней камеры является нерабочей. Распределение воздуха производится трехходовым краном, установленным на тисках или верстаке.

Величина перемещения подвижной губки при действии от пневматики равна ходу поршней. В случае необходимости пневмопривод может быть выключен и тиски могут быть использованы для работы с ручным зажимом, как обычные. Однако при этом для того, чтобы не было люфта (мертвого хода) резьбовой втулки при перемене направления вращения зажимного винта, необходимо стопорение поршней в одном из крайних положений, например винтом в крышке 8 (на рисунке не показан).

Конструкции тисков с пневматическим приводом являются наиболее целесообразными. Время, требуемое для зажатия, благодаря применению пневматического зажима значительно сокращается. При использовании, например, винтового зажима с гаечным ключом для закрепления требуется 4,9 сек, эксцентрикового зажима — 1,6 сек, а пневматического — только 0,35 сек. Преимуществом пневматического зажима является обеспечение стабильности закрепления, что способствует повышению производительности труда и качества изготовления продукции.

Расчет усилия зажима

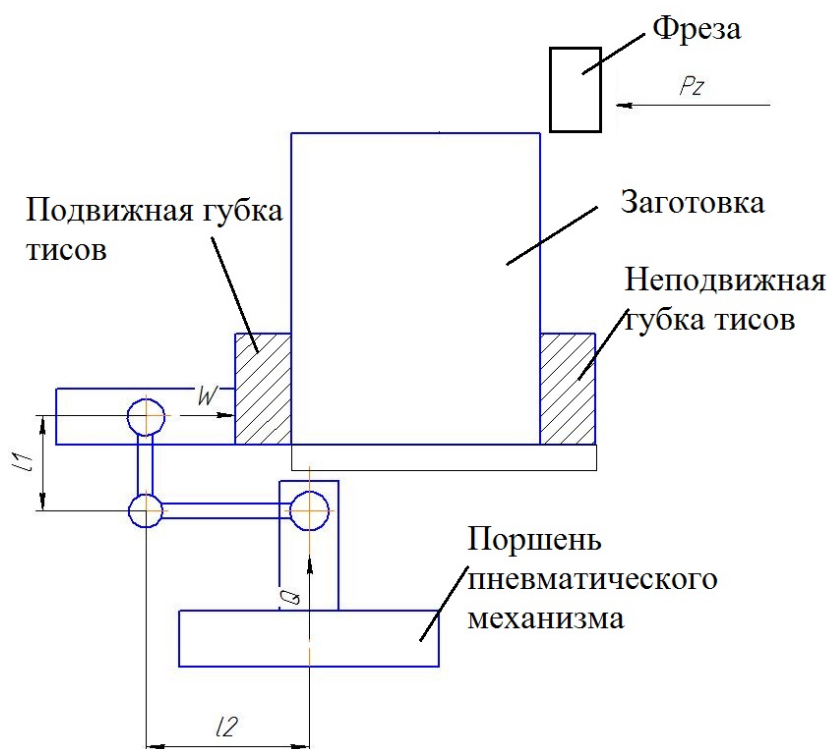


Рисунок 8 – Усилие зажима.

Усилие зажима W , H , вычисляют по формуле:

$$W = \frac{K \cdot P_z}{f_1 + f_2} = \frac{1,8 \cdot 1332,8}{0,3 + 0,3} = \frac{2399}{0,6} = 3998 \text{ Н (2)}$$

где K – коэффициент запаса, вычисляют по формуле:

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 = 1,5 \cdot 1 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1,8 \text{ (3)}$$

где K_0 – гарантированный коэффициент запаса во всех случаях

$K_0 = 1,5$;

K_1 – коэффициент, учитывающий состояние поверхности заготовок

$K_1 = 1$;

K_2 – коэффициент, учитывающий увеличение сил резания от прогрессирующего затупления инструмента

$K_2 = 1,2$;

K_3 – коэффициент, учитывающий увеличение силы резания при прерывистости резания при точении

$K_3 = 1$;

K_4 – коэффициент, учитывающий постоянство силы зажима, развиваемой силовым приводом приспособления

$K_4 = 1$;

Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата

K_5 – коэффициент, учитывающий эргономику зажимных элементов
 $K_5=1$;

K_6 – коэффициент, учитываемый только при наличии крутящего момента, стремящегося повернуть обрабатываемую деталь

$K_6=1$;

P_z – сила резания, Н, вычисляют по формуле:

$$P_z = \frac{10 C_p t^x S_z^y B^u Z}{D^q n^w} * K_{mp} = \frac{10 * 68,2 * 4^{0,86} * 0,12^{0,72} * 4^1 * 2}{6^{0,86} * 163^0} * 0,8 =$$

$$= \frac{682 * 3,99 * 0,330 * 4 * 2}{4,31 * 1} ** 0,8 = \frac{7183}{4,31} * 0,8 = 1666 * 0,8 = 1332,8 \text{ Н}$$

где C_p – коэффициент, учитывающий влияние обрабатываемого материала и условий обработки

$C_p=68,2$;

t – глубина резания

$t=2 \text{ мм}$;

S_z – подача на зуб

$S_z=0,12 \text{ об/мин}$;

B – глубина паза

$B=4 \text{ мм}$;

Z – число зубьев

$Z=2$;

D – диаметр фрезы

$D=12 \text{ мм}$;

n – частота вращения

$n=163 \text{ мин}^{-1}$;

q, w, x, y, u – коэффициенты, влияющие на диаметр, частоту вращения, глубину резания и подачу на зуб, глубину паза

$q=0,86$;

$w=0$;

$x=0,86$;

$y=0,72$;

$u=1$;

$K_{mp}=0,8$;

$f_1=f_2$ – коэффициенты трения в местах контакта детали и приспособления;

Усилие, создаваемое рычагом посредством пневмоцилиндра Q , Н, вычисляют по формуле:

$$Q = \frac{W * l_1}{l_2} = \frac{3998 * 55}{70} = 3141 \text{ Н (5)}$$

где W – усилие зажима

$W=3998$ Н;

l_1 – высота рычага

$l_1=55$ мм;

l_2 – расстояние между центрами пневмоцилиндра и рычага

$l_2=70$ мм;

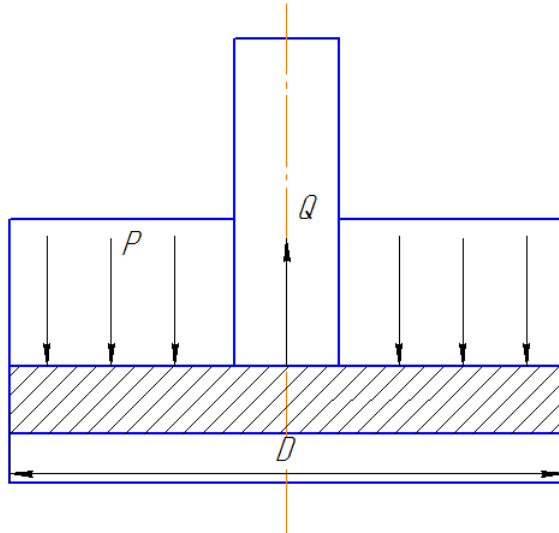


Рисунок 9 – схема, определяющая тянущее усилие

Диаметр цилиндра $D_{ц}$, мм, вычисляют по формуле:

$$D_{ц} = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{0,75 \cdot \pi \cdot p \cdot \eta}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 3141}{0,75 \cdot 3,14 \cdot 0,6 \cdot 0,9}} = \sqrt{\frac{12564}{1,27}} = \sqrt{9892,9} = 99,46 \text{ мм (6)}$$

где Q – тянущая сила

$Q=3141$ Н;

π – постоянная

$\pi=3,14$;

p – давление сжатого воздуха

$p=0,6$ МПа;

η – коэффициент полезного действия

$\eta=0,9$;

Выбираем из стандартного ряда $D_{ц}=100$ мм.

Для обработки детали «Корпус блока управления» на станке Spinner U5-620 будем использовать вакуумный стол ВСА-104-2030.

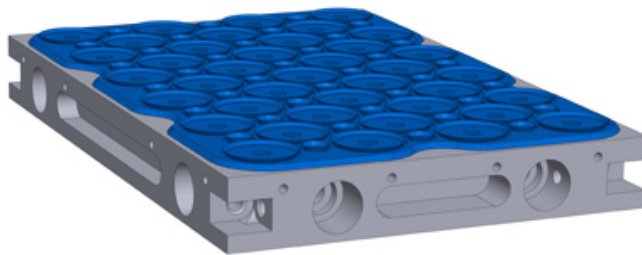


Рисунок 11 – Вакуумный стол ВСА-104-2030

Преимущества вакуумного стола для фрезерного станка невозможно переоценить. Как правило, обычный стол содержит в себе специальные пазы для болтов. Именно на эти болты и крепится деталь. Однако такой способ крепления как и закрепление детали в тисках имеет множество недостатков. на болты в принципе можно прикрепить далеко не каждую деталь, поскольку материал и размеры многих заготовок просто не позволяют этого сделать, а кроме того, крепление на болты и зажим в тисках требует механического воздействия и серьезного давления на деталь, что может привести к ее разрушению или повреждению. Особенно это касается деталей из алюминия.

Вакуумный стол для фрезерного станка удерживает заготовки при помощи вакуумного насоса, что избавляет от необходимости механического крепления. Во-первых, таким образом детали надежно крепятся на рабочей поверхности и не перемещаются во время обработки, а, во-вторых, это позволит удержать любую заготовку вне зависимости от ее материала, формы и размера. Примерное усилие вакуумного прижима составляет 1 кгс/см^2 . Например, на пластину $100 \times 100 \text{ мм}$ будет действовать усилие вакуумного прижима, равное 100 кгс и это усилие будет возрастать пропорционально увеличению площади закрепления.

Самый простой вакуумный стол – это сплошная плоская поверхность, у которой по бокам есть уплотнители из резины. Заготовку укладывают на данную поверхность, «обхватывают» по периметру с помощью уплотнителя. Вакуумным насосом откачивают (между заготовкой и поверхностью стола) воздух, из-за чего заготовка при воздействии атмосферного давления становится плотно прижатой и равномерно зафиксированной, она надежно крепится и быстро раскрепляется.

Габариты поверхности для работы у вакуумных столов определяются моделью фрезерных станков с ЧПУ.

Таблица 8 – параметры вакуумного стола.

Размеры					
Модель	Наименование	а, мм	в, мм	с, мм	Масса , кг
ВСА-104-2030	Комбинированный вакуумный стол	200	300	32,5	5

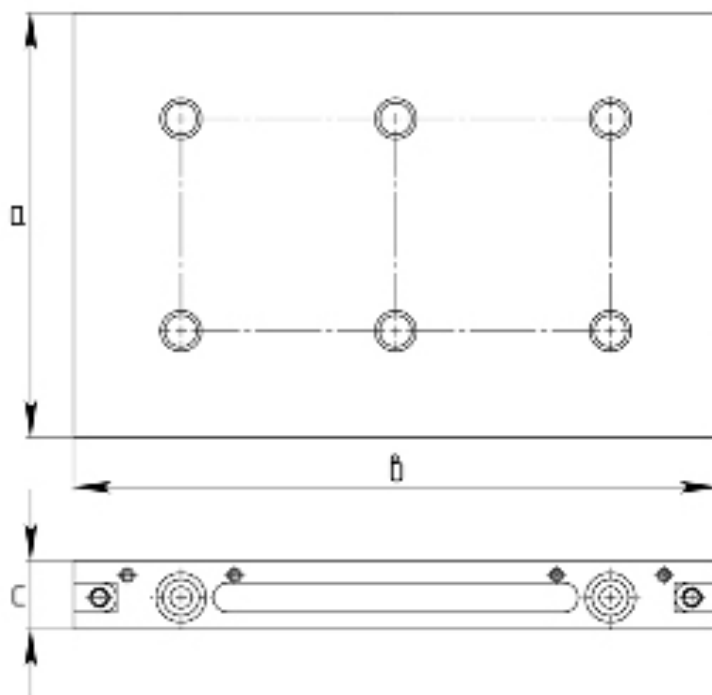


Рисунок 10 – габаритные размеры вакуумного стола

Стол данного типа конструкции комплектуется резиновыми каркасами.

Устройство каркасов позволяет откачивать воздух из объема множества камер, образующихся между заготовкой и резиновым каркасом. В результате

становится возможной сквозная обработка заготовок (выполнение отверстий, окон или обход по контуру заготовки за один установ). Каркасы имеют стандартный размер 300x200x2,42 мм, являются расходным материалом и заменяются по мере повреждения режущим инструментом.

2.7. Выбор инструмента

При выборе режущего инструмента для обработки детали в первую очередь руководствуемся технологией изготовления, используемым оборудованием, материалом детали и техническими требованиями. Корпус блока управления изготовлен из сплава алюминия с магнием АМг6 (магналий) для обработки этого материала рекомендуется использовать режущий инструмент, оснащенный пластинами из твердого сплава, что позволяет вести обработку на повышенных режимах резания и без ущерба точности полученных размеров и шероховатости поверхности.

Учитывая все вышеперечисленные условия, используем для обработки детали металлорежущий инструмент производства фирм Guhring, Skif-M, Seco.

Операция 015 Фрезерная с ЧПУ.

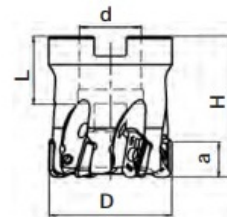
Для обработки плоскостей 1,7, 9, 11, 18 используем фрезу $\varnothing 40$ Skif-M MT290-040A16R04AD10-IK-AL со сменными пластинками ADHT10T302FR-AL и оправкой TH-SK40S16H052.

					ДП 44.03.04.728 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		46

Торцовые фрезы для обработки алюминиевых сплавов



*Скорость резания: до 3500 м/мин.
*При работе с частотами вращения шпинделя свыше 8000 об/мин необходима дополнительная балансировка фрезы совместно с оправкой по классу G2,5 ISO 1940.



MT290...AD10-1K-AL

высокоскоростное резание до 3500 м/мин

Глубина резания до 10 мм

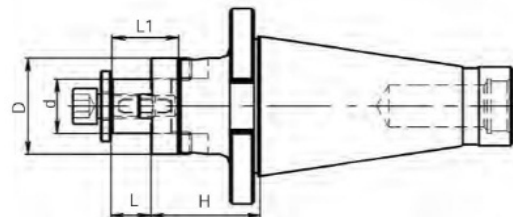
Обозначение	Размеры, мм						V _{max} RPM	кг
	D	a	L	H	d	Z		
MT290-040A16R04AD10-1K-AL	40	10	19	40	16	4	35500	0,2

Рисунок 12 – Торцовая фреза.

	Марка твердого сплава						Основные размеры					
	P	M	K	N	S	H	ic	l	S	d1	r	b
				HWN15	HWCN10							
ADHT10T302FR-AL				●	●		6,8	10,0	3,97	2,8	0,2	2,0

Рисунок 13 – Сменные пластинки для торцовой фрезы.

Оправки комбинированные 7/24 DIN 2080 для насадных фрез



TH-SK40...S..H

Обозначение	Размеры, мм					
	SK	d	D	H	L	L1
TH-SK40S16H052	40	16	32	52	17	27

Рисунок 14 – Оправка для торцовой фрезы

Расшифровка маркировки фрезы MT290-040A16R04AD10-1K-AL:

MT – фрезерный инструмент.

2 – торцовая фреза.

90 – главный угол в плане режущей части 90°.

040 – номинальный диаметр режущей части.

A – форма крепежной части инструмента

16 – диаметр посадочного отверстия.

R – Направление резания (правое).

04 – число эффективных режущих зубьев.

Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата

ДП 44.03.04.728 ПЗ

Лист

47

AD – Форма и главный задний угол режущей пластины.

10 – длина главной режущей кромки.

ИК – исполнение с внутренними каналами для подачи СОЖ.

AL – для обработки алюминиевых сплавов.

Расшифровка маркировки режущей пластины ADHT10T302FR-AL:

A – форма пластины.

D – задний угол 15°.

H – класс точности (допустимые отклонения $\pm 0,013$ мм)

T – тип пластины.

10 – длина режущей кромки.

T3 – толщина пластины 3,97 мм.

02 – радиус при вершине 0,2 мм.

F – исполнение режущей кромки.

R – направление резания (правое).

AL – для алюминиевых сплавов.

Материал сменных пластинок HWN15 предназначен для фрезерования алюминиевых сплавов, рекомендуется для чистовой и черновой обработки, требуется обильное охлаждение.

Твердосплавные пластины – это сменный элемент металлорежущего инструмента используемого для высокоточной обработки заготовок. Они используются при точении, сверлении, зенкерования, фрезерной обработке и других операциях значительно снижая экономические затраты в сравнении с применением цельного твердосплавного инструмента.

Для обработки поверхностей 12, 19, отверстий 13, 14, 22, 23, 24 (см. рис. 3) используем фрезу $\varnothing 10$ RF100 A (Guhring 3202).

					ДП 44.03.04.728 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		48

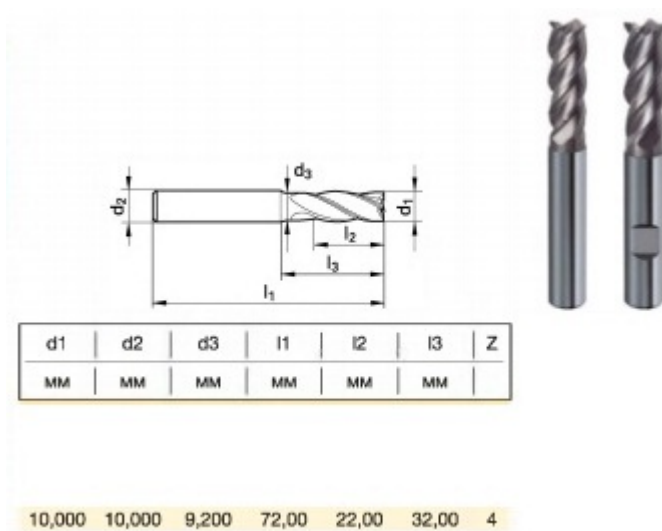


Рисунок 15 – Фреза $\varnothing 10$ RF100 A

Изготовлена из цельного твердосплавного материала.

Обладает симметричной заточкой торца, поэтому подходит для врезания под углом с высокой подачей, позволяя обрабатывать окна и колодцы без предварительного сверления.

Для сверления и нарезания резьбы в отверстиях М3-7Н и М4-7Н используем комбинированные сверла – метчики Guhring 1839.

Комбинированный метчик состоит из двух основных частей:

- сверло,
- непосредственно метчик для нарезания резьбы.

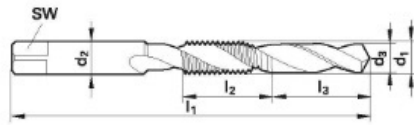
Сверло расположено в нижней части метчика и выполняет функцию первичной обработки резьбы. Оно отделено от чистового метчика канавкой.

Главное преимущество комбинированных сверл-метчиков это - экономия времени и в итоге снижение себестоимости продукта. На производстве часто возникает необходимость последовательной обработки отверстия, в связи с чем может использоваться набор метчиков для черных и чистовых работ. Обычно это необходимо, если диаметр отверстия достаточно велик для того, чтобы сразу использовать метчик подходящего диаметра. В этом случае использование комбинированного метчика позволяет значительно сократить время на обработку и повысить эффективность. Кроме

того, концентрация нескольких процессов с помощью комбинированного метчика позволяет экономить не только затрачиваемое время, но и пространство, отводимое на каждую операцию.

Комбинированные сверла для метрической резьбы по ISO

Артикул №	1839
Стандарт	СТП
Режущий материал	HSS-E
Покрытие	○
Тип	N
Форма	D
Направление резания	правое
Допуск	ISO 2 / 6H
Группа скидок	103
Техническая информация на стр.	789



d1	P	d3	d2	SW	l1	l2	l3
	MM	MM	MM		MM	MM	MM
M 3	0,50	2,500	3,500	2,70	62,00	12,00	9,00
M 4	0,70	3,300	4,500	3,40	66,00	16,00	10,00



Рис 16 - Комбинированные сверла для метрической резьбы.

Для уменьшения количества установов при обработке на вертикально-фрезерном станке с ЧПУ Spinner VC – 450 целесообразно использовать грибковую фрезу. Грибковые фрезы применяют при фрезеровании канавок, уступов, Т-образных и других пазов. По своей конструкции они схожи с дисковыми фрезами, но главное их отличие состоит в том, что дисковые фрезы насаживаются на отдельную оправку, а у грибковых – монолитная конструкция. Грибковые фрезы, вследствие небольшого диаметра и толщины режущей части, позволяют вести обработку в труднодоступных местах, а так же на мелкоразмерных деталях.

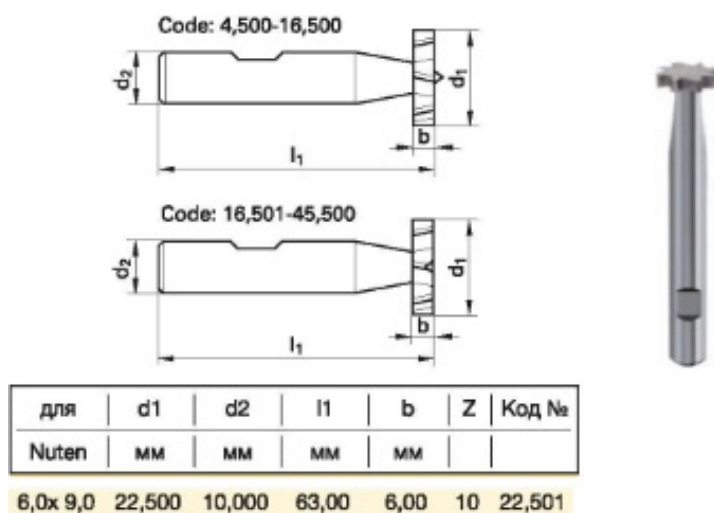


Рисунок 17 - Быстрорежущая грибковая фреза Guhring 850 (3580).

Для растачивания отверстия $\varnothing 56H7$ используем расточную головку с микрометрической регулировкой SECO EPB610. Диапазон регулируемых диаметров 50-65 мм. Расточные головки EPB 610 Seco обладают небольшой длиной и изготовлены из алюминия с прочным покрытием. Вместе с переходниками и удлинителями, сделанными тем же способом, вес комбинации инструмента для больших вылетов и размеров сокращается более чем на 50%. Что позволяет сократить проблему ограничения веса инструмента. Режущие пластины выбираем с углом резания 90° .

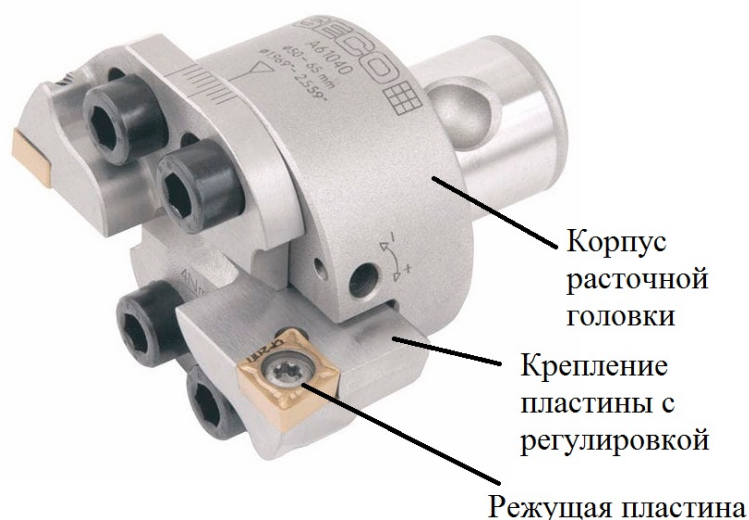


Рис. 18 – Расточная головка.

Для сверления отверстий под нарезание резьбы М2,5-6Н используем стандартные инструменты: Сверло центровочное Ø1 2317-0164 ГОСТ 14952-75, Сверло Ø2,05 2300-0002 ГОСТ 886-77.

Для обоих вариантов обработки используем один и тот же инструмент за исключением грибковой фрезы Guhring 850, которая используется только в первом варианте обработки для уменьшения количества установов, но это не сказывается на общей стоимости инструмента, затраченной на изготовление детали. Весь перечень используемого инструмента представлен в таблице 10.

Таблица 10 – Перечень режущего инструмента.

№	Наименование	Маркировка
1	Фреза Ø40	Skif-M MT290-040A16R04AD10-IK-AL
2	Фреза Ø10	Guhring RF100 A (3202)
3	Грибковая фреза	Guhring 850 (3580)
4	Сверло – метчик М3	Guhring 1839
5	Сверло – метчик М4	Guhring 1839
6	Расточная головка	SECO EPB610
7	Сверло центровочное Ø1	2317-0164 ГОСТ 14952-75
8	Сверло Ø2,05	2300-0002 ГОСТ 886-77

Оснащение технологического процесса механической обработки данным режущим инструментом в целом удовлетворяет условиям получения высокоточной качественной детали с высокой производительностью и с меньшими затратами на него.

2.9. Выбор средств технического контроля

Под измерением в машиностроении обычно понимается сравнение данной величины с другой величиной такого же рода, принятой за образец (длины с длиной, площади с площадью, угла с углом и т. д.). Технические измерения являются одной из важнейших основ производства, ни одна технологическая операция не выполняется без измерений размеров.

Ни одно измерение не может быть проведено абсолютно точно. Между измеренным значением величины и ее действительным значением существует всегда разница, которая называется погрешностью измерения. Чем меньше погрешности измерения, тем, естественно, выше точность измерения. Точность измерения характеризует ту ошибку, которая неизбежна при работе весьма точным измерительным инструментом или прибором определенного вида. На точность измерения оказывают влияние свойства материала измерительного инструмента и его конструкция. Точность измерения может быть достигнута только при условии выполнения установленных правил.

Основные причины, понижающие точность измерения:

- 1) неудовлетворительное состояние инструмента (повреждение грани, загрязненность, неправильное положение нулевой отметки, неисправность);
- 2) нагрев инструмента;
- 3) неточность установки инструмента относительно детали или измеряемой детали относительно инструмента;
- 4) разность температур, при которых производится измерение (нормальная температура, при которой следует производить измерения, 20:С);
- 5) незнание устройства измерительного инструмента или неумение пользоваться им, неправильный выбор инструмента для измерения.

При выборе средств измерения главным требованием является качественный и быстрый контроль получаемых размеров, как в процессе обработки, так и по ее окончании. В процессе изготовления деталь контролируется в основном с помощью стандартного мерительного инструмента. Так же в некоторых случаях используется универсальный мерительный инструмент.

Средствами технического контроля выбираю:

- Штангенциркуль электронный ШЦ-11-300-0,01(арт. № 112-336);
- калибр-пробка 8133-0932 Н7 ГОСТ 14810-69;
- штангенциркуль электронный 30-330-0,01 (арт. №115-335);
- калибр-пробка 8133-0939 Н7 ГОСТ 14810-69;
- калибр-пробка Ø13JS7 проходная;
- калибр-пробка Ø13JS7 непроходная;
- пробка М2,5-6Н ГОСТ 17758-72;
- пробка М3-7Н ГОСТ 17758-72;
- пробка М4-7Н ГОСТ 17758-72.

Повышения точности измерения можно добиться повторным измерением с последующим определением среднего арифметического, полученного в результате нескольких измерений.

Отклонения параметров процесса обработки причины брака и неэффективной работы, приводящие к высоким затратам на контроль качества и к увеличению численности персонала. В результате становится неизбежным низкий уровень единства измерений.

Для выверки заготовки на станке используется компактный контактный триггерный 3D датчик с оптической передачей сигналов Renishaw, который используется для установки заготовки и контроля её обработки на различных средних и больших обрабатывающих центрах.

					ДП 44.03.04.728 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		54



Рисунок 19 – Датчики Renishaw.

Датчик предоставляет пользователям возможность практически на 90 % сократить время подготовки к работе, а также снизить процент брака и затраты на крепёжные приспособления. Так же используется датчик для контроля наладки инструмента.

2.10. Расчет припусков заготовки

Рациональные по величине припуски являются надежной основой для наиболее экономичной обработки детали. Во-первых, они должны быть минимально необходимыми, а, во-вторых они должны быть достаточными, чтобы надежно компенсировать все технологические погрешности. Существует два способа назначения припусков: расчетно-аналитический и табличный.

Недостаток табличного метода в том, что припуски назначаются без учёта методов обработки поверхностей и конкретных условий выполнения технологических операций и переходов. При расчетно-аналитическом методе промежуточный припуск на каждом технологическом переходе должен быть таким, чтобы при его снятии устранялись погрешности обработки и дефекты поверхностного слоя, полученные на предшествующих переходах, а также

погрешности установки обрабатываемой заготовки, возникающие на выполняемом переходе. Этот метод применяют в серийном и массовом производстве, когда обработка ведется на настроенных станках по методу автоматического получения размеров.

Расчетно–аналитический метод

Расчёт припусков и предельных размеров по технологическим переходам на обработку отверстия Ø56Н7.

Суммарное отклонение:

$$\rho_{заг} = \sqrt{\rho_{см}^2 + \rho_{кор}^2}$$

$$\rho_{см} = 0,3 мм$$

$$\rho_{кор} = \Delta_k \cdot l = 0,8 \cdot 112 = 89,6 мм, \text{ принимаем } 0,09 мм$$

$$\rho_{заг} = \sqrt{0,3^2 + 0,09^2} = 0,313 мм$$

Остаточное пространственное отклонение:

$$\text{После сверления: } \rho_1 = 0,06 \cdot 313 = 19 мкм$$

$$\text{После чернового фрезерования: } \rho_2 = 0,04 \cdot 313 = 13 мкм$$

$$\text{После чистового фрезерования: } \rho_3 = 0,02 \cdot 313 = 6 мкм$$

$$\text{После тонкого фрезерования: } \rho_4 = 0,02 \cdot 313 = 3 мкм$$

Расчёт минимальных значений припусков производим, пользуясь основной формулой:

$$2z_{\min i} = 2 \cdot \left(Rz_{i-1} + T_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_{ycm}^2} \right)$$

Минимальный припуск:

$$\text{Под черновое фрезерование: } 2z_{\min 2} = 2 \cdot \left(50 + 50 + \sqrt{19^2} \right) = 238 мкм$$

$$\text{Под чистовое фрезерование: } 2z_{\min 3} = 2 \cdot \left(25 + \sqrt{13^2} \right) = 75 мкм$$

$$\text{Под тонкое фрезерование: } 2z_{\min 4} = 2 \cdot \left(12,5 + \sqrt{6^2} \right) = 38 мкм$$

Расчётные размеры d_p :

					ДП 44.03.04.728 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		56

$$d_{p4} = 56,000 - 0,038 = 55,962$$

$$d_{p3} = 55,962 - 0,075 = 55,887$$

$$d_{p2} = 55,887 - 0,238 = 55,650$$

$$d_{p1} = 55,650 - 1,143 = 54,507$$

Наибольшие предельные размеры $d_{\max i}$:

$$d_{\max 5} = 30,000 + 0,021 = 30,021$$

$$d_{\max 4} = 55,962 + 0,052 = 56,014$$

$$d_{\max 3} = 55,887 + 0,084 = 55,971$$

$$d_{\max 2} = 55,650 + 0,210 = 55,860$$

$$d_{\max 1} = 54,507 + 0,520 = 55,027$$

Предельные значения припусков наибольших размеров:

$$2z_{\max 4}^{np} = 56,000 - 55,962 = 0,038$$

$$2z_{\max 3}^{np} = 56,014 - 55,971 = 0,043$$

$$2z_{\max 2}^{np} = 55,887 - 55,650 = 0,238$$

$$2z_{\max 1}^{np} = 55,650 - 54,507 = 0,833$$

Предельные значения припусков наименьших размеров:

$$2z_{\min 4}^{np} = 56,021 - 56,014 = 0,007$$

$$2z_{\min 3}^{np} = 56,014 - 56,014 = 0,000$$

$$2z_{\min 2}^{np} = 55,971 - 55,860 = 0,112$$

$$2z_{\min 1}^{np} = 55,650 - 54,507 = 0,833$$

Общие припуски максимальных размеров:

$$2z_{o \max}^{np} = \sum_1^n 2z_{\max i}^{np} = 1143 + 0,238 + 0,075 + 0,038 = 1493 \text{ мкм}$$

Общие припуски минимальных размеров:

$$2z_{o \min}^{np} = \sum_1^n 2z_{\min i}^{np} = 4833 + 112 + 43 + 7 = 994 \text{ мкм}$$

					ДП 44.03.04.728 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		57

Таблица 11 - Расчет припусков на поверхность Ø56H7.

Технологические переходы обработки поверхности Ø56H7	Элементы припуска, мкм				Расчётный припуск $2z_{\min}$	Допуск δ , мкм	Расчётный размер d_p , мм	Предельный размер, мм		Предельные значения припусков, мкм	
	Ra	T	ρ					d_{\min}	d_{\max}	$2z_{\min}^{np}$	$2z_{\max}^{np}$
Заготовка	12,5	100	313		0	520,00	54,507	54,507	55,027	-	-
Фрезерование черновое	6,3	0	13	0	238	84,00	55,887	55,887	55,971	0,112	0,238
Фрезерование чистовое	3,2	0	6	0	75	52,00	55,962	55,962	56,014	0,043	0,075
Фрезерование тонкое	1,6	0	3	0	38	21,00	56	56,000	56,021	0,007	0,038

Табличный метод

На остальные обрабатываемые поверхности детали (см. рис. 3) (кроме одной расчетно-аналитической) припуски, допуски и предельные отклонения на операционные размеры определяются по справочным данным (ГОСТ 26645-85) [7] (табл. 3.9,3.14) и сводятся в таблицу 12.

Таблица 12 – Припуски на механическую обработку.

Поверхность	Размер, мм	Припуск, мм	Допуск, мм	Предельное отклонение, мм	
				верхнее	нижнее
1, 3	94h11	2	0,22	0	-0,22
5	100h14	2	0,87	0	-0,87
6, 8	184h14	2	1,15	0	-1,15
7, 9	172h14	2	1,0	0	-1,0
10, 17	54h14	2	0,74	0	-0,74
11, 12, 18, 19	44h9	2	0,62	0	-0,62
20	40H14	1,5	0,62	0	+0,62

Общий припуск на механическую обработку – одна из главных характеристик, предназначенный для устранения погрешностей размеров, формы и расположения поверхности, неровностей и иных дефектов поверхности, которые формируются при изготовлении отливки. Величина общего припуска должна обеспечивать все операции механической обработки, которые необходимы для достижения параметров и норм точности, назначенных на конструктивные элементы детали (согласно рабочему чертежу детали).

2.11. Расчет и назначение режимов резания

В условиях серийного производства технические нормы времени на станочные работы устанавливаются методом технического расчета по нормативам режимов резания и нормативам времени, исходя из типового содержания операции.

Назначение режимов резания основывается на определении глубины, подачи и скорости резания, при которых будет обеспечена наиболее экономичная и производительная обработка поверхности (при условии выполнения заданных технических требований) по точности и шероховатости обработанной поверхности.

Вначале выбирается глубина резания, затем максимально допустимая подача, а потом определяется скорость резания. Такой порядок выбора элементов режима резания определяется тем, что на количество выделяемого при резании тепла, а следовательно, на износ и стойкость резца глубина резания влияет в наименьшей, а подача и особенно скорость резания — в наибольшей степени.

Элементы режима резания должны выбираться так, чтобы режущие свойства инструмента и возможности металлорежущего станка (его

мощность и другие динамические и кинематические характеристики) были использованы в достаточной степени. Поэтому для выбора оптимальных режимов резания необходимо знать не только материал обрабатываемой заготовки, но и материал и геометрические параметры резца, допустимую величину его износа, а также характеристики станка, намеченного для выполнения обработки.

Расчет режимов резания и норм времени проведем только для операции 010 и переход 1, время выберем по нормативам.

010 Вертикально - фрезерная

1. Фрезеровать плоскость 11 как чисто.

Глубина фрезерования t составляет 0,4мм, а подача на зуб S_z в соответствии с данными справочника [6, табл. 76, стр. 403] находится в диапазоне 0,2-0,3 мм/зуб. Выбираем $S_z=0,2$ мм/зуб.

Для расчёта скорости резания [4, стр. 406] используется следующая зависимость:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z^p} \cdot K_v$$

Где, C_v – коэффициент [4, табл. 81, стр. 410];

D – диаметр фрезы, (60мм);

T – стойкость фрезы, 60мин [4, табл. 82, стр. 411];

t – глубина резания, мм;

S_z – подача на зуб, мм/зуб;

B – ширина фрезерования, мм;

z – количество ножей (2шт.);

K_V – поправочный коэффициент, равный:

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{PV} \cdot K_{IV}$$

Где K – коэффициент, учитывающий качество материала, [4, табл. 4 стр. 360];

K – коэффициент, учитывающий состояние поверхности, [4, табл. 5, стр. 361];

K – коэффициент, учитывающий материал инструмента, [4, табл. 6, стр. 361].

Показатели степеней определяются по [15, табл. 81, стр. 410].

$$C_V = 49,6$$

$$q = 0,15$$

$$x = 0,2$$

$$y = 0,3$$

$$u = 0,2$$

$$p = 0,1$$

$$m = 0,14$$

$$K_V = 1,0 \cdot 0,9 \cdot 1,0 = 0,9$$

$$\text{Тогда } V_{расч} = \frac{49,6 \cdot 20^{0,15}}{60^{0,14} \cdot 0,4^{0,2} \cdot 0,02^{0,3} \cdot 40^{0,2} \cdot 2^{0,1}} \cdot 0,9 = 34,3 \text{ м/мин}$$

Частота вращения шпинделя определяется по следующей зависимости:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}$$

Подставим числовые значения:

$$n = \frac{1000 \cdot 34,3}{3,14 \cdot 40} = 273 \text{ об/мин}$$

На основании паспортных данных станка диапазон частот вращения двигателя 31,6 ... 1600 об/мин, поэтому принимаем $n = 270$ об/мин. Тогда действительная скорость резания, определяемая по следующей зависимости

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000},$$

составит

$$V = \frac{3,14 \cdot 40 \cdot 270}{1000} = 34 \text{ м/мин}$$

Теперь, когда известна частота вращения шпинделя, можно скорректировать минутную подачу, равную $S_z \cdot z \cdot n = 0,2 \cdot 2 \cdot 270 = 108$ мм/мин. На остальные переходы и операции назначаем режимы резания по нормативам и сводим в таблицу 10, для инструмента из каталогов Skif-M, Guhring, SECO используем рекомендованные производителем значения оборотов шпинделя и подачи.

Ниже приведен пример выбора режимов резания рекомендованных производителем Skif-M.

Выбор скорости резания

ISO	Обрабатываемый материал		Твердость HB	Группа обработ.	Тип покрытия			
	Наименование	Состояние			DLC	TAD	TAS	без покрытия
					Скорость резания V_c (м/мин)			
N	Алюминиевые деформируемые сплавы	незакаляемые	60	21	1500-900	----	----	----
		закаленные	100	22	1300-700	----	----	----
	Алюминиевые литые сплавы	незакаляемые <12%Si	80	23	1000-600	----	----	----
		закаленные <12%Si	90	24	780-470	----	----	----
		незакаленные >12%Si	130	25	650-400	----	----	----
	Медь и медные сплавы	латунь, красная бронза	90	27	320-200	----	----	----
		бронза электролитич. медь	100	28	320-200	----	----	----

Рисунок 20 – выбор обрабатываемого материала.

Рекомендуемые режимы резания фрез для высокоскоростной обработки алюминиевых сплавов

ISO	Insert type Тип пластины	Finishing / Чистовая обработка	
		Cutting speed v_c (m/min) Скорость резания v_c (м/мин)	Feed/tooth (mm/tooth) Подача на зуб (мм/зуб)
N	ADHT10T3...-AL	3000-8000	0,05-0,2

Рисунок 21 – выбор режимов резания.

Использовать Шпиндель на максимальных оборотах с точки зрения безопасности не следует. Значит, только за счет этого скорость стоит брать примерно на 10-15% меньше рекомендованной. Частично компенсировать эту потерю можно установкой фрезы большего диаметра.

Таблица 13 – Режимы резания

Наименование операции	Инструмент	t, мм	S, мм/об	n, об/мин	V, м/мин
<u>010 Вертикально-фрезерная</u>					
1. Фрезеровать плоскость 1.	Фреза Ø40	2,0	0,20	270	50
2. Сверлить отверстия 2.	Сверло-метчик М3 Guhring 1839	3,0	0,3	200	150
<u>015 Комбинированная с ЧПУ</u>					
Обработка по программе	Фреза Ø40 Skif-m MT290- 040A16R04AD10-IK- AL	2,0	0,10	6500	800
	Фреза Ø10 Guhring RF100	2,0	0,05	6500	200
	Расточная головка Seco EPB610	2,0	0,1	4000	400
	Сверло-метчик М4 Guhring 1839	4,0	0,3	500	150
	Сверло-метчик М3 Guhring 1839	3,0	0,5	500	250
	Сверло Ø2,05 2300- 0002 ГОСТ 886-77	2,05	0,10	1250	125

Качественной обработки можно добиться только опытным путем. Поэтому не стоит слепо доверять даже табличным данным. Например, в них не учитывается степень износа инструмента, с которым предстоит работать.

2.12. Расчет технических норм времени

Определение норм времени на операциях производится на основании данных отраслевых нормативов и по рекомендациям. При этом в состав норм входят следующие слагаемые:

Штучно-калькуляционное время:

$$t_{шк} = t_{ш} + \frac{T_{нз}}{n}$$

Где $t_{ш}$ – штучное время, мин.;

$T_{нз}$ – подготовительно-заключительное время, мин.;

n – размер партии деталей, шт.

Подготовительно-заключительное время включает в себя затраты времени на получение материалов, инструментов, приспособлений, технологической документации, наряда на работу; ознакомление с работой, чертежом; получение инструктажа; установку инструментов, приспособлений, наладку оборудования на соответствующий режим; снятие приспособлений и инструмента; сдачу готовой продукции, остатков материалов, приспособлений, инструмента, технологической документации и наряда.

Штучное время:

$$t_{ш} = t_{осн} + t_{всп} + t_{обс} + t_{отд}$$

Где $t_{осн}$ – основное время, мин.;

$t_{всп}$ — вспомогательное время, мин.;

$t_{отд}$ — время на отдых и личные потребности, мин.;

$t_{обс}$ — время на обслуживание рабочего места, мин.

Основное время – основное технологическое время, в продолжение которого осуществляется изменение размеров, формы, состояния поверхностного слоя, структуры материала обрабатываемой заготовки. Оно определяется по следующей формуле:

$$t_{осн} = \frac{L_{расч}}{S \cdot n} = \frac{l_{дет} + l_{вр} + l_{пер}}{S \cdot n} = \frac{L_{расч}}{S_{мин}}$$

Где $L_{расч}$ — расчётная длина, мм;

$l_{дет}$ — длина детали, мм;

$l_{вр}$ — длина врезания, мм;

$l_{пер}$ — длина перебега, мм;

S — величина подачи, мм/об.;

$S_{мин}$ — минутная подача, мм/мин.;

n — частота вращения шпинделя, об/мин.

Вспомогательное время определяется как сумма затрат времени на вспомогательные приёмы, сопутствующие основной работе. В состав

вспомогательного времени входит время на установку-снятие заготовки, управление станком, смену инструмента, измерение детали.

Оперативное время:

$$t_{on} = t_{осн} + t_{всп}$$

Время на обслуживание рабочего места, затрачиваемое на смазывание станка, смену инструмента, удаление стружки, подготовка станка к работе в начале смены и приведение его в порядок после окончания работы (определяется в процентах от оперативного времени):

$$t_{обс} = 0,06 \cdot (t_{осн} + t_{всп}) = 0,06 \cdot t_{on}$$

Время на отдых и личные потребности (определяется в процентах от оперативного времени):

$$t_{отд} = 0,04 \cdot (t_{осн} + t_{всп}) = 0,04 \cdot t_{on}$$

Расчет норм времени на 010 фрезерную операцию

1. Определяем основное время операции:

$$T_o = \sum_{i=1}^n T_{oi}$$

$$T_o = l \cdot i / S_M = 100 / 50 = 2,0 \text{ мин}$$

Где, l – длина обработки, i – количество проходов, S_M – подача м/мин.

2. Определяем вспомогательное время операции:

$$T_{\text{в}} = t_{yc} + t_{nep} + t_{изм} + t_{дон}$$

$$T_{\text{в}} = 0,3 + 0,05 + 0,16 + 0,05 = 0,43 \text{ мин}$$

Где, t_{yc} – вспомогательное время на установку и снятие детали, определяем на стр. 33 [11]; t_{nep} – вспомогательное время, связанное с переходом [11]; $t_{изм}$ – вспомогательное время, затрачиваемое на измерение обработанных поверхностей при выключенном станке [11]; $t_{дон}$ – вспомогательное время на переключение скоростей и подач.

3. Находим оперативное время:

$$T_{on} = T_o + T_{\text{в}}$$

$$T_{on} = 2,0 + 0,43 = 2,43 \text{ мин}$$

4. Определяем время на обслуживание станка:

$$T_{обс.} = 6\% \cdot T_{on}$$

$$T_{обс.} = 0,06 \cdot 2,43 = 0,14 \text{ мин.}$$

5. Находим время на отдых:

$$T_{отд} = 4\% T_{on}$$

$$T_{отд} = 0,04 \cdot 2,43 = 0,09 \text{ мин.}$$

5. Находим штучное время:

$$T_{шт} = T_{on} + T_{обс.} + T_{отд}$$

$$T_{шт} = 2,0 + 0,43 + 0,09 + 0,09 = 2,61 \text{ мин.}$$

6. Определяем подготовительно – заключительное время на стр. 70 [11]

$$T_{п.з.} = 29 \text{ мин.}$$

7. Определяем штучно – калькуляционное время:

$$T_{ш-к} = T_{шт} + \frac{T_{п-з}}{n}$$

где n - партия деталей запускаемых в производство, шт.

$$T_{ш-к} = 2,61 + \frac{29}{100} = 2,9 \text{ мин}$$

На основании этой методики рассчитываем нормы времени и заполняем таблице 14.

Таблица 15 – Технические нормы времени для варианта №1.

Номер и наименование операции	t_o , мин	t_B				$t_{об}$		$t_{от}$	$t_{шт}$	$t_{п-з}$	$t_{ш-к}$
		$t_{ус}$	$t_{уп}$	$t_{из}$	$t_{зо}$	$t_{тех}$	$t_{орг}$				
Операция 010 Фрезерная с	28.1	0,3	0,9	0,13	0,05	1,3	1,35	1,19	33,54	30	33,84

ЧПУ											
Итого									33,54		33,84

Таблица 14 – Технические нормы времени для варианта №2.

Номер и наименование операции	t_o , мин	t_b				$t_{об}$		$t_{от}$	$t_{шт}$	$t_{п-з}$	$t_{ш-к}$
		t_{yc}	$t_{уп}$	$t_{из}$	$t_{зо}$	$t_{тех}$	$t_{орг}$				
Операция 010 Фрезерная	2,0	0,3	0,05	0,16	0,05	0,08	0,08	0,05	2,61	29	2,9
Операция 015 Фрезерная с ЧПУ	24,71	0,2	0,05	0,13	0,05	1,13	1,13	1,01	28,41	30	28,71
Итого									31,02		31,61

Нормы труда играют важную роль в экономике, так как являются инструментом планирования, учета и анализа затрат труда и в определенной мере издержек производства и обращения. Нормы труда охватывают основное и вспомогательное производства, труд ручной и машинный, в том числе работу на конвейере, устанавливают меры затрат труда на обслуживание оборудования, в том числе многостаночное.

Исходя из рассчитанных норм времени можно сделать вывод что вариант №2 более целесообразен для использования на производстве.

2.13. Разработка управляющей программы для станка с ЧПУ

Управляющая программа разработана для операции 015, которая выполняется на обрабатывающем центре Spinner U5-620. Станок имеет систему управления Heidenhain TNC620.

Heidenhain (полное название «DR. JOHANNES HEIDENHAIN GmbH») — немецкая компания, разрабатывающая и производящая системы числового программного управления.

TNC 620 является компактной многозадачной контурной системой ЧПУ с возможностью управления до 5 осей. Благодаря ее гибкости и высокой производительности данная система отлично подходит для применения на универсальных фрезерных станках в условиях:

- единичного и серийного производства
- производства инструмента
- общего машиностроения
- производства опытных образцов и экспериментального производства.

В TNC 620 реализованы следующие основные принципы: программирование, ориентированное на работу в цеху с графической поддержкой, большое количество циклов, подходящих для практического внедрения, и привычная концепция управления, которая характерна и для других систем управления HEIDENHAIN.

Системы управления TNC HEIDENHAIN известны своей особой плавностью и оптимизированным по скорости и ускорению управлением ходом движения. Это обеспечивает оптимальное качество поверхности и точности заготовки.

С помощью функции Look Ahead TNC 620 своевременно распознает изменения направления и регулирует скорость перемещения по контуру обрабатываемой поверхности.

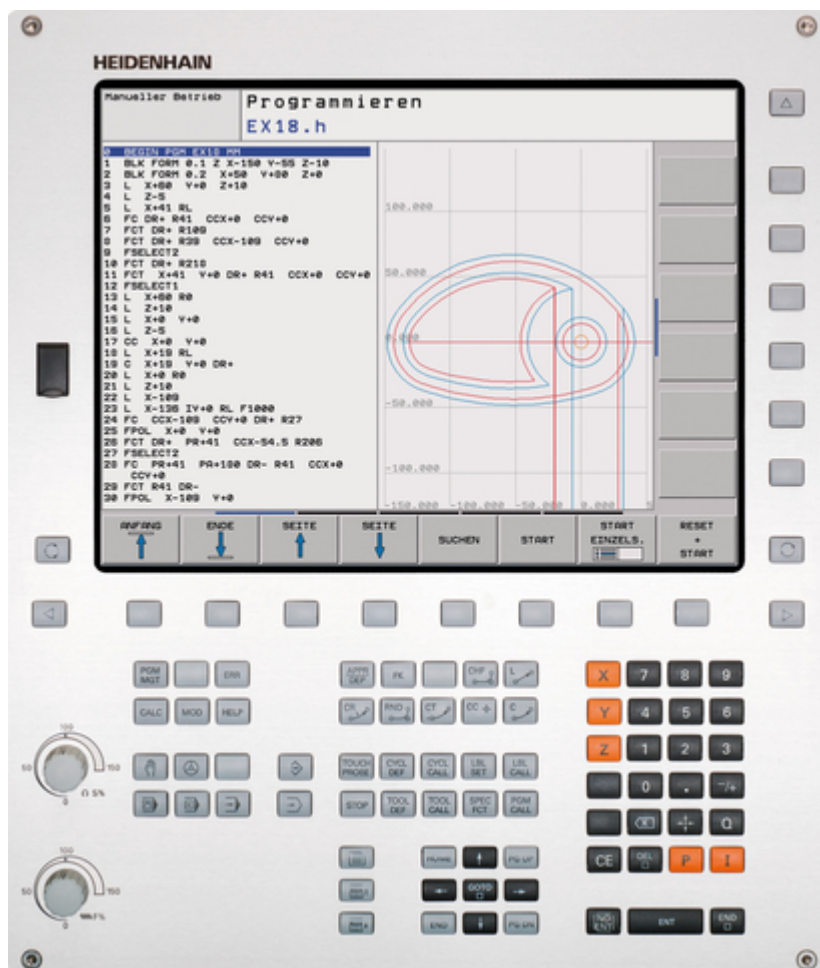


Рисунок 22 – Интерфейс Heidenhain.

Пользовательский интерфейс TNC 620 отличается более современным дизайном со слегка закругленными формами, цветовыми переходами и однородным шрифтом. Разные области экрана четко отделены друг от друга, режимы работы дополнительно отмечены соответствующими символами режимов.

Благодаря высокоэффективной 5-осевой обработке TNC 620 можно экономично выполнять даже сложные 3D-контуры. Программы обработки составляются, как правило, в САМ-системах и содержат множество кадров с короткими отрезками прямых, которые передаются в систему управления.

Таблица 16 – Расшифровка команд программы

Адрес	Функция
BEGIN	Начало программы
PGM	
N	Номер кадра
G	Функция предварительной подготовки
X, Y, Z	Значения координат (линейная ось)
A, B, C	Значения координат (ось вращения)
D	Определение Q - параметров
DR	Коррекция по длине инструменты
DL	Коррекция по радиусу инструмента
F	Подача
T	Номер инструмента
L	Линейное перемещение
S	Скорость вращения шпинделя
M	Прочие функции
Q	Q - параметр
P	Параметр цикла обработки
R	Радиус полярных координат
I, J, K	Полярные координаты
END	Конец программы
PGM	

Рассмотрим подготовительные функции программы, которые используются в программном обеспечении данного станка.

Таблица 17 – Используемые подготовительные функции.

Функция	Значение
G0	Позиционирование
G1	Линейная интерполяция
G2	Круговая интерполяция (по часовой стрелке)
G3	Круговая интерполяция (против часовой стрелки)
G40	Отмена коррекции
G41	Коррекция на радиус слева
G42	Коррекция на радиус справа
Q0	Присвоение
Q1	Сложение
Q2	Вычитание
Q3	Умножение
Q4	Деление
Q9	Переход на номер метки
M0	Остановка выполнения программы
M1	Опциональная остановка
M2	Окончание программы
M3	Вращение шпинделя по часовой стрелке
M4	Вращение шпинделя против часовой стрелки
M5	Остановка шпинделя
M6	Смена инструмента
M8	СОЖ вкл
M9	СОЖ выкл
M99	Вызов цикла

Управляющая программа была разработана с использованием программного обеспечения ADEM (англ. *Automated Design Engineering Manufacturing*), интегрированной CAD/CAM/CAPP/PDM системы, предназначенной для автоматизации конструкторско-технологической подготовки производства (КТПП), в том числе автоматизирует программирование для оборудования с ЧПУ (фрезерное, токарное, электроэрозионное, лазерное и др.).

ADEM CAM характеризуется функциональностью, соответствующей самому современному мировому уровню: плунжерное фрезерование, скоростные виды обработок, автоматическая стабилизация процессов резания при фрезерной обработке, многочисленные схемы стратегий, учет геометрии инструмента, заготовки, оснастки.

ADEM предлагает технологу современные средства контроля качества обработки перед генерацией управляющей программы: верификацию нескольких видов с качественным рендерингом, с возможностью сохранить обработанную деталь в виде заготовки для следующей операции.

Особенностью ADEM CAM во всех видах обработок являются ярко выраженная вариативность, т.е. возможность достижения нужного технологу результата несколькими разными способами. Этот принципиальный подход к функциональности системы дает в руки технолога неограниченные возможности. Там, где "жесткая" система не находит решения, ADEM всегда и гарантированно справится с любой сложной задачей обработки благодаря гибкости своих возможностей.

Автоматизация подготовки программ с помощью CAM - систем обеспечивает дальнейший рост парка станков с ЧПУ на предприятиях без значительного увеличения численности отдела программного управления.

Симуляция управляющей программы происходит на точном трехмерном компьютерном образе станка и стойки (системы ЧПУ) станка. На виртуальный станок устанавливается заготовка, оснастка, инструмент и проч. Загружается управляющая программа. Виртуальный станок включается в работу. В результате работы управляющей программы на виртуальном станке высвечиваются все места возможных ошибок в УП (коллизий, столкновений любых движущихся частей друг с другом, а также с инструментом). Система симуляции позволяет устранить ошибки в УП, сравнить геометрию обработанной заготовки с теоретической моделью детали (в графическом и цифровом видах), произвести точные измерения в процессе обработки детали.

Ниже приведен фрагмент управляющей программы с расшифровками содержания кадра, разработанной на операцию 015 для детали «Корпус блока управления».

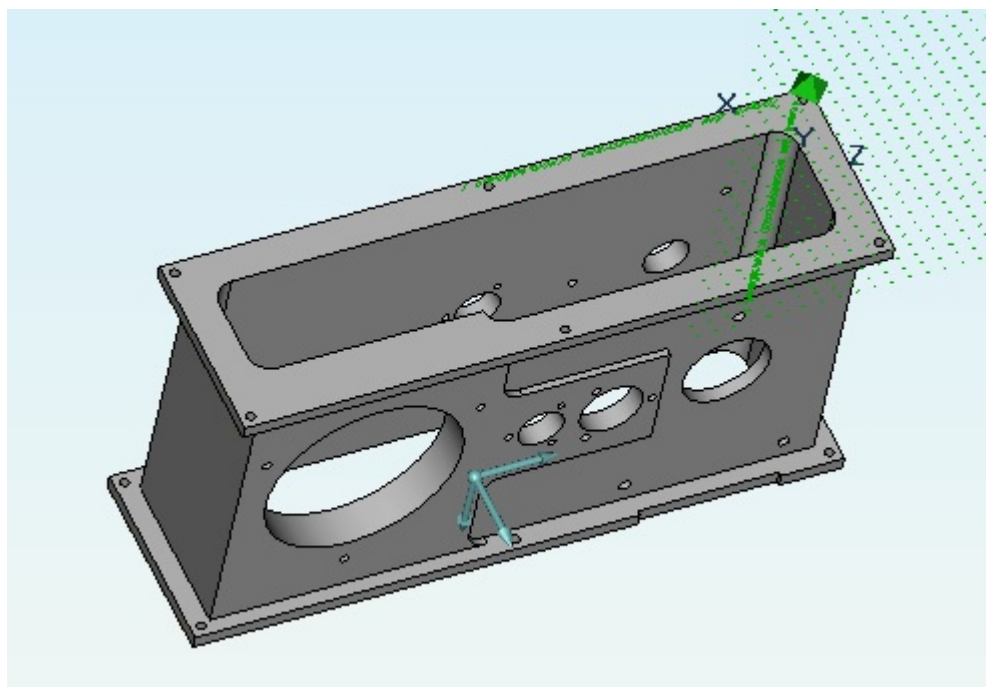


Рисунок 19 – Модель обрабатываемой детали в 3D

Управляющая программа на операцию 015 находится в приложении Г.

Таблица 18 – Фрагмент управляющей программы

Кодирование информации, содержание кадра	Расшифровка информации кадра
1	2
<p>BEGIN PGM</p> <p>; * Machine tool: CNC: iTNC-620</p> <p>; * Part Name: adem</p> <p>; * Material: AMg6</p> <p>; * Author: Beznogov A.P.</p> <p>; * PostNumber : 0218</p> <p>Q1=1 ; * - END MILL D40 L0 H0</p> <p>TOOL CALL Q1 Z S6500</p> <p>CALL LBL 99</p> <p>LBL 1</p> <p>; (1 Frezerovanie)</p> <p>; (1 SKIF-M MT290-040A16R04AD10-IK-AL HWN15);</p> <p>Q90=+51.3 ; NACHALNAYA GLUBINA</p> <p>Q91=+50 ; KONECHNAYA GLUBINA</p> <p>Q92=+2. ; KOL-VO SHAGOV</p> <p>Q93=ABS(Q91-Q90)/Q92 ;</p> <p>VICHISLENIE SHAGA</p> <p>Q94=Q90 ;</p> <p>Q95=Q94+Q93*2 ;</p> <p>; *****</p> <p>G01 X-246.876 Y-85.168 R0 FMAX</p> <p>L Z+Q95 R0 FMAX M3</p>	<p>Начало программы.</p> <p>Комментарии к программе.</p> <p>Инициализация инструмента 1.</p> <p>Вызов инструмента 1, обороты шпинделя 6500 об/мин.</p> <p>Вызов цикла</p> <p>Комментарии к подпрограмме</p> <p>Начальная глубина обработки.</p> <p>Конечная глубина обработки</p> <p>Количество проходов.</p> <p>Расчет размера снимаемого за проход припуска</p> <p>Линейное перемещение к</p>

L Z+Q94 R0 F0.2 L X-163 Y-50 R0 L X-21 R0 L Y-44 R0 L X-163 R0 L Y-50 R0 L Y-90 RL L X-1 RL CR X+19 Y-70 R+20 DR+ L Y-24 RL CR X-1 Y-4 R+20 DR+ L X-183 RL CR X-203 Y-24 R+20 DR+ L Y-70 RL CR X-183 Y-90 R+20 DR+ L X-163 RL L Y-70 R0 L IZ+2 R0 FMAX	заданным координатам на ускоренной подаче. Линейное перемещение с рабочей подачей Перемещение по дуге, включение коррекции на радиус инструмента.
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Цеховое программирование в настоящее время считается малоэффективным и используется крайне редко. Во-первых, клавиши стойки ЧПУ менее удобны, чем клавиатура ПК. Во-вторых, программное обеспечение СЧПУ предоставляет меньшие возможности по редактированию программ. В-третьих, ручной ввод УП в память СЧПУ физически мешает оператору запустить процесс обработки деталей на этом станке. Исключение составляют лишь стойки со встроенной САМ-системой.

3. ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

В данном дипломном проекте производится повышение технологического уровня механической обработки детали «Корпус блока управления» в условиях среднесерийного производства с количеством выпускаемых готовых деталей 17000 штук в год.

В экономической части проекта выполняется сравнение двух вариантов технологического процесса – с использованием вертикально фрезерного станка с ЧПУ Spinner VC – 450 (вариант №1) и обрабатывающего центра с ЧПУ Spinner U5-620 (вариант №2).

Используется метод сравнения себестоимости обработки по каждому из вариантов и определением (условно) годовой экономии после внедрения нового технологического процесса.

3.1. Определение количества технологического оборудования вариант №1.

Таблица 20 – Нормы времени по операциям

№ операции	Наименование операции	Модель оборудования	Штучно-калькуляционное время, <i>t_{шт.к.}</i> , мин
010	Фрезерная с ЧПУ	Spinner VC-450	33,84

Количество технологического оборудования рассчитаем по формуле:

$$q = \frac{t \cdot N_{\text{год}}}{F_{\text{об}} \cdot k_{\text{вн}} \cdot k_3 \cdot 60},$$

где t - штучно- калькуляционное время операции, мин;

$N_{\text{год}}$ - годовая программа выпуска деталей, шт;

$F_{\text{об}}$ - действительный фонд времени работы оборудования, ч;

$k_{\text{вн}}$ - коэффициент выполнения норм времени (по данным предприятия

$k_{\text{вн}} = 1,0 \div 1,2$);

k_3 – нормативный коэффициент загрузки оборудования, для серийного производства; $k_3 = 0,75 \div 0,85$.

Действительный годовой фонд времени работы единицы оборудования рассчитаем следующим образом:

$$F_{\text{об}} = F_{\text{н}} \left(1 - \frac{k_{\text{р}}}{100} \right),$$

где... $F_{\text{н}}$ - номинальный фонд времени работы единицы оборудования, ч;

$k_{\text{р}}$ - потери номинального времени работы единицы оборудования на ремонтные работы, %.

Номинальный фонд времени работы единицы оборудования определяется по производственному календарю на текущий год (365 – календарное количество дней; 117 – количество выходных и праздничных дней; 242 – количество рабочих дней, из них: 6 – сокращенные предпраздничные дни продолжительностью 7 ч; 236 – рабочие дни продолжительностью 8 ч). Отсюда количества рабочих часов оборудования (при трехсменной работе):

$$F_{\text{н}} = 1930 \cdot 3 = 5790 \text{ ч.}$$

Потери рабочего времени на ремонтные работы равны 9,0% для ОЦ с ЧПУ. Отсюда действительный фонд времени работы оборудования составляет:

$$F_{\text{об}} = 5790 \cdot \left(1 - \frac{9}{100} \right) = 5268,9 \text{ ч.}$$

Определяем количество технологического оборудования:

					ДП 44.03.04.728 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		78

$$q^{010} = \frac{33,84 \cdot 17000}{5268,9 \cdot 1,0 \cdot 0,8 \cdot 60} = 2,28 \text{ шт. Принимаем } q^{010} = 3 \text{ шт.};$$

Таблица 21 – Сводная ведомость оборудования

Тип оборудования	Фрезерный с ЧПУ Spinner VC - 450
Количество станков по расчету, ед	2,28
Принимаемое количество станков	3
Коэффициент загрузки оборудования, %	2,28
Средний коэффициент загрузки оборудования, %	0,76

3.2. Определение капитальных вложений вариант №1.

Оборудование и программное обеспечение для данного проекта не приобретаются, так как уже есть на предприятии. Поэтому в данном случае расчет капитальных вложений не производим.

3.3. Расчет технологической себестоимости детали вариант №1.

Текущие затраты на обработку детали рассчитываются только по тем статьям затрат, которые изменяются в сравниваемых вариантах.

В общем случае технологическая себестоимость складывается из следующих элементов, согласно формуле:

$$C = Z_{\text{зп}} + Z_{\text{э}} + Z_{\text{об}} + Z_{\text{осн}} + Z_{\text{и}},$$

где $Z_{\text{зп}}$ – затраты на заработную плату, р.;

$Z_{\text{э}}$ – зарплата на технологическую энергию, р.;

$Z_{\text{об}}$ – затраты на содержание и эксплуатацию оборудования, р.;

$Z_{\text{осн}}$ – затраты, связанные с эксплуатацией оснастки, р.;

$Z_{\text{и}}$ – затраты на малоценный инструмент, р.

Затраты на заработную плату основных и вспомогательных рабочих, участвующих в технологическом процессе обработки детали.

Затраты на заработную плату основных и вспомогательных рабочих рассчитываем по формуле:

$$Z_{\text{зп}} = Z_{\text{пр}} + Z_{\text{н}} + Z_{\text{к}} + Z_{\text{тр}},$$

где $Z_{\text{пр}}$ – основная и дополнительная заработная плата с отчислениями на социальное страхование производственных рабочих, р.;

$Z_{\text{н}}$ – основная и дополнительная заработная плата с отчислениями на социальное страхование наладчиков, р.;

$Z_{\text{к}}$ – основная и дополнительная заработная плата с отчислениями на социальное страхование контролеров, р.;

$Z_{\text{тр}}$ – основная и дополнительная заработная плата с отчислениями на социальное страхование транспортных рабочих, р.

Затраты на заработную плату основных и вспомогательных рабочих, участвующих в технологическом процессе обработки детали рассчитаем по формуле (форма оплаты труда- сдельная):

$$Z_{\text{пр}} = C_{\text{т}} \cdot t \cdot k_{\text{мн}} \cdot k_{\text{доп}} \cdot k_{\text{есн}} \cdot k_{\text{р}},$$

где.... $C_{\text{т}}$ - часовая тарифная ставка производственного рабочего на операции, р.;

t - штучно- калькуляционное время на операцию, ч;

$k_{\text{мн}}$ - коэффициент учитывающий многостаночное обслуживание

($k_{\text{мн}} = 0,49$);

$k_{\text{доп}}$ - коэффициент, учитывающий дополнительную заработную плату

($k_{\text{доп}} = 1,05 \div 1,15$)

$k_{\text{есн}}$ - коэффициент учитывающий страховые взносы ($k_{\text{есн}} = 1,3$);

$k_{\text{р}}$ - районный коэффициент ($k_{\text{р}} = 1,15$).

Численность станочников вычисляем по формуле:

$$\text{Ч}_{\text{ст}} = \frac{t \cdot N_{\text{год}} \cdot k_{\text{мн}}}{F_{\text{р}}},$$

где $F_{\text{р}}$ – действительный годовой фонд времени работы одного рабочего, 1930 ч.;

$k_{\text{мн}}$ –коэффициент, учитывающий многостаночное обслуживание, $k_{\text{мн}}=1$;

t – штучно-калькуляционное время операции, мин;

$N_{\text{год}}$ – годовая программа выпуска деталей: $N_{\text{год}} = 17000$ шт.

$$\text{Ч}_{\text{ст}}^{010} = \frac{33,84 \cdot 17000 \cdot 1,0}{1930 \cdot 60} = 4,97 \text{ чел.};$$

Действительный фонд времени работы станочника определяется по производственному календарю на текущий год (365 – календарное количество дней; 117 – количество выходных и праздничных дней; 242 – количество рабочих дней, из них: 6 – сокращенные предпраздничные дни продолжительностью 7 ч; 236 – рабочие дни продолжительностью 8 ч; потери: 24 – отпуск очередной, 2 – потери пол больничному листу, 6 – прочие; итого потерь – 32 дня.). Отсюда количество рабочих часов станочника составляет 1674 ч.

Результаты вычислений занесем в таблицу 22.

					ДП 44.03.04.728 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		81

Таблица 22 – Затраты на заработную плату станочников

Наименование операции	Часовая тарифная ставка, р.	Штучно-калькуляционное время, мин	Заработная плата, р.	Численность станочников, чел.	
				расчетная	принятая
Фрезерная с ЧПУ	180	33,84	101,52	4,97	5
Итого:		33,84	101,52	4,97	5

Определим затраты на заработную плату на годовую программу:

$$Ззп = 101,52 \cdot 17000 = 1725840 \text{ р.}$$

Заработная плата вспомогательных рабочих рассчитываем по формуле:

$$З_{всп} = \frac{C_T^{всп} \cdot F_p \cdot Ч_{всп} \cdot k_{доп} \cdot k_p}{N_{год}},$$

где F_p – действительный годовой фонд времени работы одного рабочего, ч.;

$N_{год}$ – годовая программа выпуска деталей, $N_{год} = 17000$ шт.;

k_p – районный коэффициент, $k_p = 1,15$;

$k_{доп}$ – коэффициент, учитывающий дополнительную заработную плату,

$$k_{доп} = 1,05;$$

$C_T^{всп}$ – часовая тарифная ставка рабочего соответствующей специальности и разряда, р.;

$Ч_{всп}$ – численность вспомогательных рабочих соответствующей специальности и разряда, р.

Численность вспомогательных рабочих соответствующей специальности и разряда определяется по формуле:

$$Ч_{нал} = \frac{g_n \cdot n}{H},$$

где $g_{\text{п}}$ – расчетное количество оборудования, согласно расчетам, составляет $g_{\text{п}} = 2,27$ шт.;

n – число смен работы оборудования, $n = 3$;

H – число станков, обслуживаемых одним наладчиком, $H = 10$ шт.

$$Ч_{\text{нал}} = \frac{2,27 \cdot 3}{10} = 0,68 \text{ чел.}$$

Численность транспортных рабочих составляет 5% от числа станочников, численность контролеров – 7% от числа станочников, отсюда:

$$Ч_{\text{трансп.}} = 0,05 \cdot 10 = 0,5 \text{ чел.};$$

$$Ч_{\text{контр.}} = 0,07 \cdot 10 = 0,7 \text{ чел.}$$

Произведем вычисления заработной платы вспомогательных рабочих:

$$З_{\text{нал}} = \frac{95,5 \cdot 1674 \cdot 0,68 \cdot 1,15 \cdot 1,05}{17000} = 7,72 \text{ р.};$$

$$З_{\text{трансп.}} = \frac{81,5 \cdot 1674 \cdot 0,5 \cdot 1,15 \cdot 1,05}{17000} = 4,61 \text{ р.};$$

$$З_{\text{контр.}} = \frac{78,1 \cdot 1674 \cdot 0,7 \cdot 1,15 \cdot 1,05}{17000} = 6,5 \text{ р.}$$

Данные о численности вспомогательных рабочих и заработной плате, приходящуюся на одну деталь, сводим в таблицу.

Таблица 23 – Затраты на заработную плату вспомогательных рабочих

Специальность рабочего	Часовая тарифная ставка, р.	Численность, чел.		Затраты на изготовление одной детали, р.
		расчетная	принятая	
Наладчик станков	95,5	0,64	1	7,72
Транспортный рабочий	81,5	0,5	1	4,61
Контролер ОТК	78,1	0,7	1	6,5
Итого:			3	18,83

Определим затраты на заработную плату за год:

$$З_{зп} = 18,83 \cdot 17000 = 320110 \text{ р.}$$

Рассчитаем затраты на заработную плату по формуле:

$$З_{зп} = 1725840 + 320110 = 2045950 \text{ р.}$$

Отчисления в социальный фонд.

Отчисления в социальный фонд страхования составляют 30% от фонда заработной платы.

$$2045950 \cdot 0,3 = 613785 \text{ р.}$$

Затраты на электроэнергию

Затраты на электроэнергию, расходуемую на выполнение одной детали операции, рассчитываем по формуле:

$$З_э = \frac{N_y \cdot k_N \cdot k_{вр} \cdot k_{од} \cdot k_w \cdot t}{\eta \cdot k_{ен}} \cdot Ц_э,$$

где N_y – установленная мощность главного электродвигателя (по паспортным данным), кВт;

k_N – средний коэффициент загрузки электродвигателя по мощности,

$$k_N = 0,2 \div 0,4;$$

$k_{вр}$ – средний коэффициент загрузки электродвигателя по времени, для

крупносерийного производства $k_{вр} = 0,7$;

$k_{од}$ – средний коэффициент одновременной работы всех

электродвигателей станка, $k_{од} = 0,75$ – при двух двигателях и $k_{од} = 1$ при одном двигателе;

k_w – коэффициент, учитывающий потери электроэнергии в сети

предприятия, $k_w = 1,04 \div 1,08$;

η – коэффициент полезного действия оборудования (по паспорту станка);

$k_{\text{вн}}$ – коэффициент выполнения норм, $k_{\text{вн}} = 1,02$;

Π_3 – стоимость 1 кВт·ч электроэнергии, $\Pi_3 = 3,1$ р.

Производим расчеты по формуле:

$$Z_3(010) = \frac{6,0 \cdot 0,3 \cdot 0,7 \cdot 0,75 \cdot 1,06 \cdot 33,84}{0,75 \cdot 1,02 \cdot 60} \cdot 3,1 = 2,28 \text{ р.}$$

Результаты расчета сводим в таблицу.

Таблица 24 – Затраты на электроэнергию

Модель станка	Установленная мощность, кВт	Штучно-калькуляционное время, ч	Затраты на электроэнергию, р.
Фрезерный станок Spinner VC-450	6	33,84	2,28
Итого			2,28

Определим затраты на электроэнергию за год:

$$Z_3 = 2,28 \cdot 17000 = 38760 \text{ р.}$$

Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования.

Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{об}} = C_{\text{ам}} + C_{\text{рем}},$$

где $C_{\text{рем}}$ – затраты на ремонт технологического оборудования, р.;

$C_{\text{ам}}$ – амортизационные отчисления от стоимости технологического оборудования, р.

Амортизационные отчисления на каждый вид оборудования определяют по формуле:

$$C_{\text{ам}} = \frac{Ц_{\text{об}} \cdot H_{\text{ам}} \cdot t}{F_{\text{об}} \cdot k_3 \cdot k_{\text{вн}}},$$

где $Ц_{\text{об}}$ – цена единицы оборудования, р.;

$H_{\text{ам}}$ – норма амортизационных отчислений, $H_{\text{амН}} = 8\%$;

t – штучно-калькуляционное время, мин;

$F_{\text{об}}$ – годовой действительный фонд работы оборудования,

$F_{\text{обНОВ}} = 5268,9$ ч;

k_3 – нормативный коэффициент загрузки оборудования, $k_3 = 0,85$;

$k_{\text{вн}}$ – коэффициент выполнения норм, $k_{\text{вн}} = 1,02$.

Производим расчеты по вариантам по формуле:

$$C_{\text{ам}}(010) = \frac{6900000 \cdot 0,08 \cdot 33,84}{5268,9 \cdot 0,85 \cdot 1,02 \cdot 60} = 68,1 \text{ р.}$$

Затраты на текущий ремонт оборудования ($C_{\text{рем}}$) определяем по количеству ремонтных единиц и стоимости одной ремонтной единицы:

Вычисления производим по формуле:

$$C_{\text{рем}} = \frac{Ц_{\text{РЕ}} \cdot \Sigma Re}{t \cdot N_{\text{год}}},$$

где ΣRe – суммарное количество ремонтных единиц по количеству станков одного типа;

t – штучно-калькуляционное время, мин;

$N_{\text{год}}$ – годовая программа выпуска деталей.

Производим вычисление затрат на текущий ремонт оборудования по формуле:

$$C_{\text{рем}}(010) = \frac{6900000 \cdot 2,27}{33,84 \cdot 17000} = 27,23 \text{ р.}$$

Результаты расчета затрат на содержание и эксплуатацию технологического оборудования заносим в таблицу.

Таблица 25 – Затраты на содержание и эксплуатацию на технологическое оборудование

Модель станка	Стоимость, тыс. р.	Количество, шт.	Норма амортизационных отчислений, %	Штучно-калькуляционное время, ч	Амортизационные отчисления, р.	Затраты на ремонт, р.
Фрезерный станок Spinner VC-450	6900,0	3	8	33,84	68,1	27,23
Итого						95,33

Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования рассчитывается по формуле:

$$З_{\pi} = 68,1 + 27,23 = 95,33 \text{ р.}$$

Затраты на эксплуатацию инструмента

На основании опыта внедрения инструмента на ряде предприятий уральского региона предлагается вычислять затраты на эксплуатацию прогрессивного инструмента по формуле:

$$З_{\text{эи}} = (Ц_{\text{пл}} \cdot n + (Ц_{\text{корп}} + k_{\text{компл}} \cdot Ц_{\text{компл}}) \cdot Q^{-1}) \cdot T_{\text{маш}} \cdot (T_{\text{ст}} \cdot b_{\text{фи}} \cdot N)^{-1},$$

где $З_{\text{эи}}$ - затраты на эксплуатацию сборного инструмента, р.;

$Ц_{\text{пл}}$ - цена сменной многогранной пластины, р.;

n - количество сменных многогранных пластин, установленных для одновременной работы в корпусе сборного инструмента, шт.;

$C_{\text{корп}}$ - цена корпуса сборного инструмента (державки токарного резца, корпуса сборной фрезы/сверла), р.;

$C_{\text{компл}}$ - цена набора комплектующих изделий (опорных пластин, клиновых прижимов, накладных стружколомов, винтов, штифтов, рычагов и т. п.), р.;

$k_{\text{компл}}$ – коэффициент, учитывающий количество наборов комплектующих изделий, используемых в 1 корпусе (державке) сборного инструмента в течение времени его эксплуатации, шт.

Коэффициент - эмпирический, величина его зависит от условий использования инструмента и качества его изготовления, от режимов резания и общего уровня технической культуры предприятия. Максимальное значение $k_{\text{компл}} = 5$ соответствует обдирочному точению кованных или литых заготовок с соответствующим качеством обрабатываемых поверхностей;

Q - количество сменных поворотных пластин, используемых в 1 корпусе (державке) сборного инструмента в течение времени его эксплуатации, шт.

N - количество вершин сменной многогранной пластины, шт. Для круглой пластины рекомендуется принимать $N = 6$);

$b_{\text{фи}}$ - коэффициент фактического использования, связанный со случайной убылью инструмента. Экспериментальные данные показывают диапазон изменения величины коэффициента от 0,87 при черновой обработке до 0,97 при чистовой обработке;

$T_{\text{маш}}$ - машинное время, мин;

$T_{\text{ст}}$ - период стойкости инструмента, мин.

Таблица 26 – Параметры прогрессивного инструмента

Операция	Инструмент	Машин- ное время, мин	Цена единицы инстру- мента, руб.	Суммарн. период стойкости инстру- мента, мин	Затраты на переточку инструмен- та, руб.	Коэффи- циент убыли	Итого затраты, руб.
1	2	3	4	5	6	7	8
010	Фреза Ø 40 Skif-M MT290- 040A16R04 AD10-IK- AL	1,02	24805	150	-	0,90	3,74
	Пластина ADHT10T3 02FR-AL	0,3	1265				
	Фреза Ø 10 RF100 A	0,1	11730	420		0,90	2,17
	Сверло- метчик М- 4 Guhring 1839	0,08	5685	350		0,90	0,18
	Сверло- метчик М- 4 Guhring 1839	0,24	5685	350		0,90	0,18
	Сверло Ø2,05 2300-0002 ГОСТ 886- 77	0,01	430	150		0,90	0,01
Итого:							6,28

Результаты расчетов технологической себестоимость выпуска одной детали сводим в таблицу 27.

Таблица 27 – Технологическая себестоимость обработки детали

Статьи затрат	Сумма, руб.
Заработная плата с начислениями	120,35
Затраты на технологическую электроэнергию	2,28
Затраты на содержание и эксплуатацию оборудования	95,33
Затраты на инструмент	6,28
Итого	224,24

Анализ уровня технологии производства.

Анализ уровня технологии производства являются составляющей частью анализа организационно-тематического уровня производства.

Удельный вес каждой операции определяется по формуле:

$$Y_{\text{оп}} = \frac{T^t}{T} \cdot 100\%,$$

где T^t – штучно-калькуляционное время на каждую операцию;

T – суммарное штучно-калькуляционное время обработки детали.

Производим расчеты удельного веса операции по формуле:

$$Y_{\text{оп}} (010) = \frac{33,84}{33,84} \cdot 100\% = 100\%.$$

Доля прогрессивного оборудования

Доля прогрессивного оборудования определяется по его стоимости в общей стоимости использования оборудования и по количеству. Удельный вес по количеству прогрессивного оборудования определяется по формуле:

$$Y_{\text{пр}} = \frac{g_{\text{пр}}}{g_{\Sigma}} \cdot 100\%,$$

где $g_{\text{пр}}$ – количество единиц прогрессивного оборудования, $g_{\text{пр}} = 3$ шт.;

g_{Σ} – общее количество использованного оборудования, $g = 3$ шт.

$$Y_{\text{пр}} = \frac{3}{3} \cdot 100\% = 100\%.$$

Определим производительность труда на программной операции:

$$B = \frac{F_p \cdot \kappa_{\text{вн}} \cdot 60}{t},$$

где F_p – действительный фонд времени работы одного рабочего, ч.;

$\kappa_{\text{вн}}$ – коэффициент выполнения норм;

t – штучно-калькуляционное время, мин.

Производительность труда в разработанном техпроцессе:

$$B_{\text{пр. 015}} = \frac{1674 \cdot 1,2 \cdot 60}{33,84} = 3562 \text{ шт} / \text{чел.год}$$

3.4. Определение количества технологического оборудования вариант №2.

Таблица 28 – Нормы времени по операциям

№ операции и	Наименование операции	Модель оборудования	Штучно-калькуляционное время, $t_{\text{шт.к.}}$, мин
010	Фрезерная	6P12	2,9
015	Фрезерная с ЧПУ	Spinner U5-620	28,71

Количество технологического оборудования рассчитаем по формуле:

$$q = \frac{t \cdot N_{\text{год}}}{F_{\text{об}} \cdot \kappa_{\text{вн}} \cdot \kappa_z \cdot 60},$$

где t – штучно-калькуляционное время операции, мин;

$N_{\text{год}}$ – годовая программа выпуска деталей, шт;

$F_{об}$ - действительный фонд времени работы оборудования, ч;

$k_{вн}$ - коэффициент выполнения норм времени (по данным предприятия

$$k_{вн} = 1,0 \div 1,2);$$

k_3 – нормативный коэффициент загрузки оборудования, для серийного производства; $k_3 = 0,75 \div 0,85$.

Действительный годовой фонд времени работы единицы оборудования рассчитаем следующим образом:

$$F_{об} = F_n \left(1 - \frac{k_p}{100} \right),$$

где... F_n - номинальный фонд времени работы единицы оборудования, ч;

k_p - потери номинального времени работы единицы оборудования на ремонтные работы, %.

Номинальный фонд времени работы единицы оборудования определяется по производственному календарю на текущий год (365 – календарное количество дней; 117 – количество выходных и праздничных дней; 242 – количество рабочих дней, из них: 6 – сокращенные предпраздничные дни продолжительностью 7 ч; 236 – рабочие дни продолжительностью 8 ч). Отсюда количества рабочих часов оборудования (при трехсменной работе):

$$F_n = 1930 \cdot 3 = 5790 \text{ ч.}$$

Потери рабочего времени на ремонтные работы равны 9,0% для ОЦ с ЧПУ. Отсюда действительный фонд времени работы оборудования составляет:

$$F_{об} = 5790 \cdot \left(1 - \frac{9}{100} \right) = 5268,9 \text{ ч.}$$

Определяем количество технологического оборудования:

$$q^{010} = \frac{2,9 \cdot 17000}{5268,9 \cdot 1,0 \cdot 0,8 \cdot 60} = 0,2 \text{ шт. Принимаем } q^{010} = 1 \text{ шт.};$$

$$q^{015} = \frac{28,71 \cdot 17000}{5268,9 \cdot 1,0 \cdot 0,80 \cdot 60} = 1,93 \text{ шт. Принимаем } q^{015} = 2 \text{ шт};$$

Таблица 29 – Сводная ведомость оборудования

Тип оборудования	Вертикально фрезерный 6P12	Обрабатывающий центр с ЧПУ Spinner U5-620
Количество станков по расчету, ед	0,2	1,93
Принимаемое количество станков	1	2
Коэффициент загрузки оборудования, %	0,2	1,93
Средний коэффициент загрузки оборудования, %	0,71	

3.5. Определение капитальных вложений

Оборудование и программное обеспечение для данного проекта не приобретаются, так как уже есть на предприятии. Поэтому в данном случае расчет капитальных вложений не производим.

3.6. Расчет технологической себестоимости детали вариант №2

Текущие затраты на обработку детали рассчитываются только по тем

статьям затрат, которые изменяются в сравниваемых вариантах.

В общем случае технологическая себестоимость складывается из следующих элементов, согласно формуле:

$$C = Z_{\text{зп}} + Z_{\text{э}} + Z_{\text{об}} + Z_{\text{осн}} + Z_{\text{и}},$$

где $Z_{\text{зп}}$ – затраты на заработную плату, р.;

$Z_{\text{э}}$ – зарплата на технологическую энергию, р.;

$Z_{\text{об}}$ – затраты на содержание и эксплуатацию оборудования, р.;

$Z_{\text{осн}}$ – затраты, связанные с эксплуатацией оснастки, р.;

$Z_{\text{и}}$ – затраты на малоценный инструмент, р.

Затраты на заработную плату основных и вспомогательных рабочих, участвующих в технологическом процессе обработки детали.

Затраты на заработную плату основных и вспомогательных рабочих рассчитываем по формуле:

$$Z_{\text{зп}} = Z_{\text{пр}} + Z_{\text{н}} + Z_{\text{к}} + Z_{\text{тр}},$$

где $Z_{\text{пр}}$ – основная и дополнительная заработная плата с отчислениями на социальное страхование производственных рабочих, р.;

$Z_{\text{н}}$ – основная и дополнительная заработная плата с отчислениями на социальное страхование наладчиков, р.;

$Z_{\text{к}}$ – основная и дополнительная заработная плата с отчислениями на социальное страхование контролеров, р.;

$Z_{\text{тр}}$ – основная и дополнительная заработная плата с отчислениями на социальное страхование транспортных рабочих, р.

Затраты на заработную плату основных и вспомогательных рабочих, участвующих в технологическом процессе обработки детали рассчитаем по формуле (форма оплаты труда- сдельная):

$$Z_{\text{пр}} = C_{\text{т}} \cdot t \cdot k_{\text{мн}} \cdot k_{\text{доп}} \cdot k_{\text{есн}} \cdot k_{\text{р}},$$

где.... C_t - часовая тарифная ставка производственного рабочего на операции, р.;

t - штучно- калькуляционное время на операцию, ч;

k_{mn} - коэффициент учитывающий многостаночное обслуживание

($k_{mn} = 0,49$);

$k_{доп}$ - коэффициент, учитывающий дополнительную заработную плату

($k_{доп} = 1,05 \div 1,15$)

$k_{есн}$ - коэффициент учитывающий страховые взносы ($k_{есн} = 1,3$);

k_p - районный коэффициент ($k_p = 1,15$).

Численность станочников вычисляем по формуле:

$$Ч_{ст} = \frac{t \cdot N_{год} \cdot k_{mn}}{F_p},$$

где F_p – действительный годовой фонд времени работы одного рабочего, 1930 ч.;

k_{mn} –коэффициент, учитывающий многостаночное обслуживание, $k_{mn}=1$;

t – штучно-калькуляционное время операции, мин;

$N_{год}$ – годовая программа выпуска деталей: $N_{год} = 17000$ шт.

$$Ч_{ст}^{010} = \frac{2,9 \cdot 17000 \cdot 1,0}{1930 \cdot 60} = 0,43 \text{ чел};$$

$$Ч_{ст}^{015} = \frac{28,71 \cdot 17000 \cdot 1,0}{1930 \cdot 60} = 4,21 \text{ чел};$$

Действительный фонд времени работы станочника определяется по производственному календарю на текущий год (365 – календарное количество дней; 117 – количество выходных и праздничных дней; 242 – количество рабочих дней, из них: 6 – сокращенные предпраздничные дни продолжительностью 7 ч; 236 – рабочие дни продолжительностью 8 ч; потери: 24 – отпуск очередной, 2 – потери пол больничному листу, 6 –

прочие; итого потерь – 32 дня.). Отсюда количество рабочих часов станочника составляет 1674 ч.

Результаты вычислений занесем в таблицу 30.

Таблица 30 – Затраты на заработную плату станочников

Наименование операции	Часовая тарифная ставка, р.	Штучно-калькуляционное время, мин	Заработная плата, р.	Численность станочников, чел.	
				расчетная	принятая
Фрезерная	140	2,9	6,76	0,43	1
Фрезерная с ЧПУ	180	28,71	86,13	4,21	5
Итого:		31,61	92,89	4,64	6

Определим затраты на заработную плату на годовую программу:

$$З_{зп} = 92,89 \cdot 17000 = 1579130 \text{ р.}$$

Заработная плата вспомогательных рабочих рассчитываем по формуле:

$$З_{всп} = \frac{C_T^{всп} \cdot F_p \cdot Ч_{всп} \cdot k_{доп} \cdot k_p}{N_{год}},$$

где F_p – действительный годовой фонд времени работы одного рабочего, ч.;

$N_{год}$ – годовая программа выпуска деталей, $N_{год} = 17000$ шт.;

k_p – районный коэффициент, $k_p = 1,15$;

$k_{доп}$ – коэффициент, учитывающий дополнительную заработную плату,

$k_{доп} = 1,05$;

$C_T^{всп}$ – часовая тарифная ставка рабочего соответствующей специальности и разряда, р.;

$Ч_{всп}$ – численность вспомогательных рабочих соответствующей специальности и разряда, р.

Численность вспомогательных рабочих соответствующей специальности и разряда определяется по формуле:

$$Ч_{\text{нал}} = \frac{g_n \cdot n}{H},$$

где g_n – расчетное количество оборудования, согласно расчетам, составляет $g_n = 2,13$ шт.;

n – число смен работы оборудования, $n = 3$;

H – число станков, обслуживаемых одним наладчиком, $H = 10$ шт.

$$Ч_{\text{нал}} = \frac{2,13 \cdot 3}{4,64} = 1,37 \text{ чел.}$$

Численность транспортных рабочих составляет 5% от числа станочников, численность контролеров – 7% от числа станочников, отсюда:

$$Ч_{\text{трансп.}} = 0,05 \cdot 4,64 = 0,23 \text{ чел.};$$

$$Ч_{\text{контр.}} = 0,07 \cdot 4,64 = 0,33 \text{ чел.}$$

Произведем вычисления заработной платы вспомогательных рабочих:

$$З_{\text{нал}} = \frac{95,5 \cdot 1674 \cdot 1,37 \cdot 1,15 \cdot 1,05}{17000} = 11,57 \text{ р.};$$

$$З_{\text{трансп.}} = \frac{81,5 \cdot 1674 \cdot 0,23 \cdot 1,15 \cdot 1,05}{17000} = 2,9 \text{ р.};$$

$$З_{\text{контр.}} = \frac{78,1 \cdot 1674 \cdot 0,33 \cdot 1,15 \cdot 1,05}{17000} = 3,9 \text{ р.}$$

Данные о численности вспомогательных рабочих и заработной плате, приходящуюся на одну деталь, сводим в таблицу.

Таблица 31 – Затраты на заработную плату вспомогательных рабочих

Специальность рабочего	Часовая тарифная ставка, р.	Численность, чел.		Затраты на изготовление одной детали, р.
		расчетная	принятая	
Наладчик станков	95,5	1,37	2	11,57
Транспортный	81,5	0,23	1	2,9

рабочий				
Контролер ОТК	78,1	0,33	1	3,9
Итого:			4	18,37

Определим затраты на заработную плату за год:

$$З_{зп} = 18,37 \cdot 17000 = 312290 \text{ р.}$$

Рассчитаем затраты на заработную плату по формуле:

$$З_{зп} = 1579130 + 312290 = 1891420 \text{ р.}$$

Отчисления в социальный фонд.

Отчисления в социальный фонд страхования составляют 30% от фонда заработной платы.

$$1891420 \cdot 0,3 = 567426 \text{ р.}$$

Затраты на электроэнергию

Затраты на электроэнергию, расходуемую на выполнение одной детали операции, рассчитываем по формуле:

$$З_{э} = \frac{N_y \cdot k_N \cdot k_{вр} \cdot k_{од} \cdot k_w \cdot t}{\eta \cdot k_{ен}} \cdot Ц_{э},$$

где N_y – установленная мощность главного электродвигателя (по паспортным данным), кВт;

k_N – средний коэффициент загрузки электродвигателя по мощности,

$$k_N = 0,2 \div 0,4;$$

$k_{вр}$ – средний коэффициент загрузки электродвигателя по времени, для

крупносерийного производства $k_{вр} = 0,7;$

$k_{од}$ – средний коэффициент одновременной работы всех

электродвигателей станка, $k_{од} = 0,75$ – при двух двигателях и $k_{од} = 1$ при одном двигателе;

k_W – коэффициент, учитывающий потери электроэнергии в сети предприятия, $k_W = 1,04 \div 1,08$;

η – коэффициент полезного действия оборудования (по паспорту станка);

$k_{вн}$ – коэффициент выполнения норм, $k_{вн} = 1,02$;

$\Pi_э$ – стоимость 1 кВт·ч электроэнергии, $\Pi_э = 3,1$ р.

Производим расчеты по формуле:

$$Z_э(010) = \frac{7,5 \cdot 0,3 \cdot 0,7 \cdot 0,75 \cdot 1,06 \cdot 2,9}{0,75 \cdot 1,02 \cdot 60} \cdot 3,1 = 0,24 \text{ р};$$

$$Z_э(015) = \frac{15 \cdot 0,3 \cdot 0,7 \cdot 0,75 \cdot 1,06 \cdot 28,71}{0,9 \cdot 1,02 \cdot 60} \cdot 3,1 = 1,3 \text{ р};$$

Результаты расчета сводим в таблицу.

Таблица 32 – Затраты на электроэнергию

Модель станка	Установленная мощность, кВт	Штучно-калькуляционное время, ч	Затраты на электроэнергию, р.
Вертикально-фрезерный 6P12	7,5	2,9	0,24
Обработывающий центр Spinner U5-620	15	28,71	1,3
Итого			1,64

Определим затраты на электроэнергию за год:

$$Z_э = 1,64 \cdot 17000 = 27880 \text{ р.}$$

Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования.

Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования рассчитывается по формуле:

$$З_{об} = C_{ам} + C_{рем},$$

где $C_{рем}$ – затраты на ремонт технологического оборудования, р.;

$C_{ам}$ – амортизационные отчисления от стоимости технологического оборудования, р.

Амортизационные отчисления на каждый вид оборудования определяют по формуле:

$$C_{ам} = \frac{Ц_{об} \cdot H_{ам} \cdot t}{F_{об} \cdot k_z \cdot k_{вн}},$$

где $Ц_{об}$ – цена единицы оборудования, р.;

$H_{ам}$ – норма амортизационных отчислений, $H_{амН} = 8\%$;

t – штучно-калькуляционное время, мин;

$F_{об}$ – годовой действительный фонд работы оборудования,

$F_{обНОВ} = 5268,9$ ч;

k_z – нормативный коэффициент загрузки оборудования, $k_z = 0,85$;

$k_{вн}$ – коэффициент выполнения норм, $k_{вн} = 1,02$.

Производим расчеты по вариантам по формуле:

$$C_{ам(010)} = \frac{180000 \cdot 0,08 \cdot 2,9}{5268,9 \cdot 0,85 \cdot 1,02 \cdot 60} = 0,15 \text{ р.};$$

$$C_{ам(015)} = \frac{7560000 \cdot 0,08 \cdot 28,71}{5268,9 \cdot 0,85 \cdot 1,02 \cdot 60} = 63,35 \text{ р.};$$

Затраты на текущий ремонт оборудования ($C_{рем}$) определяем по количеству ремонтных единиц и стоимости одной ремонтной единицы:

Вычисления производим по формуле:

$$C_{рем} = \frac{Ц_{РЕ} \cdot \Sigma Re}{t \cdot N_{год}},$$

где ΣRe – суммарное количество ремонтных единиц по количеству станков одного типа;

t – штучно-калькуляционное время, мин;

$N_{год}$ – годовая программа выпуска деталей.

Производим вычисление затрат на текущий ремонт оборудования по формуле:

$$C_{\text{рем}}(010) = \frac{180000 \cdot 0,2}{2,9 \cdot 17000} = 0,73 \text{ р};$$

$$C_{\text{рем}}(015) = \frac{7560000 \cdot 1,93}{28,71 \cdot 17000} = 29,89 \text{ р};$$

Результаты расчета затрат на содержание и эксплуатацию технологического оборудования заносим в таблицу.

Таблица 33 – Затраты на содержание и эксплуатацию на технологическое оборудование

Модель станка	Стоимость, тыс. р.	Кол-во, шт.	Норма амортизации, %	Штучно-калькуляционное время, ч	Амортизационные отчисления, р.	Затраты на ремонт, р.
Вертикально-фрезерный 6P12	180,0	1	8	2,9	0,15	0,73
Обрабатывающий центр Spinner U5-620	7560,0	2	8	28,71	63,35	29,89
Итого					63,5	30,62

Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования рассчитывается по формуле:

$$З_{\text{п}} = 63,5 + 30,62 = 94,12 \text{ р.}$$

Затраты на эксплуатацию инструмента

На основании опыта внедрения инструмента на ряде предприятий уральского региона предлагается вычислять затраты на эксплуатацию прогрессивного инструмента по формуле:

$$З_{\text{эи}} = (Ц_{\text{пл}} \cdot n + (Ц_{\text{корп}} + k_{\text{компл}} \cdot Ц_{\text{компл}}) \cdot Q^{-1}) \cdot T_{\text{маш}} \cdot (T_{\text{ст}} \cdot b_{\text{фи}} \cdot N)^{-1},$$

где $З_{\text{эи}}$ - затраты на эксплуатацию сборного инструмента, р.;

$Ц_{\text{пл}}$ - цена сменной многогранной пластины, р.;

n - количество сменных многогранных пластин, установленных для одновременной работы в корпусе сборного инструмента, шт.;

$Ц_{\text{корп}}$ - цена корпуса сборного инструмента (державки токарного резца, корпуса сборной фрезы/сверла), р.;

$Ц_{\text{компл}}$ - цена набора комплектующих изделий (опорных пластин, клиновых прижимов, накладных стружколомов, винтов, штифтов, рычагов и т. п.), р.;

$k_{\text{компл}}$ - коэффициент, учитывающий количество наборов комплектующих изделий, используемых в 1 корпусе (державке) сборного инструмента в течение времени его эксплуатации, шт.

Коэффициент - эмпирический, величина его зависит от условий использования инструмента и качества его изготовления, от режимов резания и общего уровня технической культуры предприятия. Максимальное значение $k_{\text{компл}} = 5$ соответствует обдирочному точению кованных или литых заготовок с соответствующим качеством обрабатываемых поверхностей;

Q - количество сменных поворотных пластин, используемых в 1 корпусе (державке) сборного инструмента в течение времени его эксплуатации, шт.

N - количество вершин сменной многогранной пластины, шт. Для круглой пластины рекомендуется принимать $N = 6$);

$b_{\text{фи}}$ - коэффициент фактического использования, связанный со случайной убылью инструмента. Экспериментальные данные показывают диапазон изменения величины коэффициента от 0,87 при черновой обработке до 0,97 при чистовой обработке;

$T_{\text{маш}}$ - машинное время, мин;

$T_{\text{ст}}$ - период стойкости инструмента, мин.

Таблица 34 – Параметры прогрессивного инструмента

Операц ия	Инструм ент	Маши н-ное время, мин	Цена единиц ы инстру- мента, руб.	Суммар н. период стойкос ти инстру- мента, мин	Затраты на переточ ку инстру мента, руб.	Кoeffи- циент убыли	Итого затраты , руб.
1	2	3	4	5	6	7	8
010	Концевая фреза Ø40 2223- 1083 ГОСТ 17026- 71	2,0	524	320	-	0,90	0,01
015	Фреза Ø 40 Skif- М MT290- 040A16 R04AD1 0-1K-AL Пластин а ADHT1	1,22 0,3	24805 1265	150	-	0,90	4,24

Окончание таблицы 34	0T302F R-AL Фреза Ø 10 RF100 A	0,1	11730	420		0,90	2,17
	Сверло-метчик М-4 Guhring 1839	0,08	5685	350		0,90	0,18
	Сверло-метчик М-4 Guhring 1839	0,24	5685	350		0,90	0,18
	Сверло-метчик М-4 Guhring 1839	0,01	430	150		0,90	0,01
	Сверло Ø2,05 2300-0002 ГОСТ 886-77						
Итого:							6,79

Результаты расчетов технологической себестоимости выпуска одной детали сводим в таблицу 35.

Таблица 35 – Технологическая себестоимость обработки детали

Статьи затрат	Сумма, руб.
Заработная плата с начислениями	111,26
Затраты на технологическую электроэнергию	1,64
Затраты на содержание и эксплуатацию оборудования	94,12
Затраты на инструмент	6,79
Итого	213,81

Анализ уровня технологии производства.

Анализ уровня технологии производства являются составляющей частью анализа организационно-тематического уровня производства.

Удельный вес каждой операции определяется по формуле:

$$Y_{\text{оп}} = \frac{T^t}{T} \cdot 100\% ,$$

где T^t – штучно-калькуляционное время на каждую операцию;

T – суммарное штучно-калькуляционное время обработки детали.

Производим расчеты удельного веса операции по формуле:

$$Y_{\text{оп}} (010) = \frac{2,9}{31,61} \cdot 100\% = 9,17\% .$$

$$Y_{\text{оп}} (015) = \frac{28,71}{31,61} \cdot 100\% = 90,83\% .$$

Доля прогрессивного оборудования

Доля прогрессивного оборудования определяется по его стоимости в общей стоимости использования оборудования и по количеству. Удельный вес по количеству прогрессивного оборудования определяется по формуле:

$$Y_{\text{пр}} = \frac{g_{\text{пр}}}{g_{\Sigma}} \cdot 100\% ,$$

где $g_{\text{пр}}$ – количество единиц прогрессивного оборудования, $g_{\text{пр}} = 2$ шт.;

g_{Σ} – общее количество использованного оборудования, $g = 3$ шт.

$$Y_{\text{пр}} = \frac{2}{3} \cdot 100\% = 66\% .$$

Определим производительность труда на программной операции:

$$B = \frac{F_p \cdot K_{\text{вн}} \cdot 60}{t} ,$$

где F_p – действительный фонд времени работы одного рабочего, ч.;

$K_{вн}$ – коэффициент выполнения норм;

t – штучно-калькуляционное время, мин.

Производительность труда в разработанном техпроцессе:

$$B_{пр.015} = \frac{1674 \cdot 1,2 \cdot 60}{28,71} = 4198 \text{ шт / чел.год}$$

В таблице 36 представлены технико-экономические показатели проекта.

Таблица 36 - Техничко-экономические показатели проекта

Наименование показателей	Ед. изм.	Значения показателей Вариант №1	Значения показателей Вариант №2	Изменения показателя
Годовой выпуск деталей	шт.	17000	17000	
Количество видов оборудования	шт.	1	2	1
Количество основных рабочих	чел.	5	6	1
Трудоёмкость обработки одной детали	н/ч	0,56	0,53	-0,03
Технологическая себестоимость одной детали, в том числе:	руб.	224,24	213,81	-10,43
- затраты на инструмент		6,28	6,79	0,51
- заработная основных плата рабочих		120,35	111,26	-9,09
Доля прогрессивного оборудования	%	100	67	33
Производительность труда	шт/чел. год	3562	4198	636
Средний коэффициент загрузки оборудования		0,76	0,71	-0,05

ВЫВОД: Использование 5 - осевого обрабатывающего центра с ЧПУ позволило снизить себестоимость обработки детали, сократить производственный цикл, повысить качество обработки. Поэтому можно сказать, что технологический процесс вариант №2 является более эффективным по сравнению с вариантом №1.

Исходя из этого составим сравнительную таблицу.

Таблица 37 – Сравнение показателей оборудования.

Наименование показателей	Ед. изм.	Вертикально – фрезерный станок с ЧПУ Spinner VC -450	Обрабатывающий центр с ЧПУ Spinner U5-620	Изменения показателя
Стоимость станка	руб.	6900000	7560000	660000
Мощность	КВт	6	15	9
Максимальная скорость вращения шпинделя	об/мин	15000	12000	3000
Количество инструмента используемое в ТП	шт.	8	7	-1
Количество установов детали		4	1	-3
Количество осей станка		3	5 (4+1)	2
Отношение площади рабочей поверхности к общей площади станка	Кпл	0,08	0,04	-0,04

Расчет отношения площади рабочей поверхности площади к общей площади станка ведем исходя из данных в таблицах 3 и 4 габаритных размеров.

					Лист
ДП 44.03.04.728 ПЗ					
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата	108

4. МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

4.1. Методы и средства подготовки персонала

Современный уровень развития производства характеризуется высокой степенью автоматизации производственных процессов. Одним из основных средств автоматизации являются станки с программным управлением. Специальность "Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ (числовым программным управлением)" пользуется спросом на современном рынке труда. Техника обновляется, и производственные предприятия стараются закупать станки с ЧПУ, так как они более производительные, да и перенастроить их не составляет никакого труда - заказы при их помощи выполняются точно и в срок, качество деталей на высоком уровне.

Применение станков с программным управлением обеспечивает высокую степень автоматизации обработки изделий, улучшает их качество, точность, повышает культуру производства и сводит физический труд к минимуму.

В проектируемом технологическом процессе механической обработки детали «Корпус блока управления» обработка производится на фрезерном станке с ЧПУ. Исходя из этого, для данного технологического процесса необходима подготовка рабочих по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с числовым программным управлением».

На предприятии АО «УПП «Вектор» нет собственного учебного центра, который бы осуществлял переподготовку и повышение квалификации персонала, поэтому в случае необходимости переподготовки кадров, служба персонала АО «УПП «Вектор» заключает договора с учебными центрами других предприятий и образовательных учреждений.

					ДП 44.03.04.728 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		109

Образовательная организация, реализующая программу по профессии, должна располагать материально-технической базой, обеспечивающей проведение всех видов дисциплинарной и междисциплинарной подготовки, лабораторной, практической работы обучающихся, предусмотренных учебным планом и соответствующей действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам. Минимально необходимый для реализации ООП перечень материально-технического обеспечения, включает в себя:

- Программное обеспечение CAD/CAM;
- Фрезерный и токарный обрабатывающий центры с возможностью изменения системы ЧПУ, адаптированные для учебных целей.

Такой образовательной организацией является НОЧУ ДПО «Уральский центр подготовки кадров».

НОЧУ ДПО «Уральский центр подготовки кадров» осуществляет образовательную деятельность на основании лицензии № 16692 от 12.10.12, выданной Министерством общего и профессионального образования Свердловской области.

Негосударственное образовательное частное учреждение дополнительного профессионального образования "Уральский центр подготовки кадров" (НОЧУ ДПО «УЦПК») осуществляет образовательную деятельность:

По основным программам профессионального обучения - программам профессиональной подготовки по профессиям рабочих, должностям служащих, программы переподготовки рабочих, служащих, программы повышения квалификации рабочих, служащих.

В соответствии с переоформленным приложением к лицензии Уральский центр подготовки кадров имеет право осуществлять образовательную деятельность по любой профессии рабочих, должности

					ДП 44.03.04.728 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		110

служащих из Перечня профессий рабочих, должностей служащих, по которым осуществляется профессиональное обучение (Утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 2 июля 2013 г. N 513).

На сегодняшний день в центре созданы условия для обучения рабочим профессиям (профессиональная подготовка новых рабочих, переподготовка и получение второй профессии рабочими, повышение их квалификации). Подготовка проводится в учебных классах, оснащенных необходимыми наглядными пособиями и современными информационными системами необходимыми для успешного проведения обучения.

Так как для обработки детали на станках с ЧПУ требуются квалифицированные рабочие кадры, в Учебном центре повышают свою квалификацию рабочие, проработавшие на предприятии определенное время и имеющие опыт работы на производстве с «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с числовым программным управлением» 2-го разряда на 3-го разряд.

Программа повышения квалификации состоит из теоретической части (110 академических часов) и производственного обучения (180 часов). После прохождения курса сдаётся квалификационный экзамен, состоящий из теоретической (контрольный тест) и практической (обработка детали) частей. В случае успешной сдачи экзамена, присваивается 3-й разряд Оператора-наладчика обрабатывающих центров с числовым программным управлением.

В методической части дипломного проекта разработана методика проведения урока теоретического обучения для подготовки Оператора-наладчика обрабатывающих центров с числовым программным управлением.

4.2. Анализ профессионального стандарта по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ»

					ДП 44.03.04.728 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		111

В настоящее время с РФ действует профессиональный стандарт по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ», который утвержден приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации 4 августа 2014г. № 530н. Согласно данному профстандарту, основной вид профессионально деятельности по данной профессии - Наладка обрабатывающих центров с программным управлением и обработка деталей.

В таблице 38 приведем описание трудовых функций оператора-наладчика обрабатывающих центров с ЧПУ в соответствии с профессиональным стандартом.

Таблица 38 - Описание трудовых функций оператора-наладчика обрабатывающих центров с ЧПУ

Обобщенные трудовые функции		Трудовые функции		
Наименование	уровень квалификации	Наименование	код	уровень (подуровень) квалификации
Окончание таблицы 38				
Наладка и подналадка обрабатывающих центров с программным управлением для обработки простых и средней сложности деталей; обработка простых и сложных деталей	2	Наладка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров для обработки отверстий в деталях и поверхностей деталей по 8–14 квалитетам	A/01.2	2
		Настройка технологической последовательности обработки и режимов резания, подбор режущих и измерительных инструментов и приспособлений по технологической карте	A/02.2	2
		Установка деталей в универсальных и специальных приспособлениях и на столе станка с выверкой в двух плоскостях	A/03.2	2
		Отладка, изготовление пробных деталей и передача их в отдел технического контроля (ОТК)	A/04.2	2
		Подналадка основных механизмов обрабатывающих центров в процессе	A/05.2	2

		работы		
		Обработка отверстий и поверхностей в деталях по 8–14 квалитетам	A/06.2	2
		Инструктирование рабочих, занятых на обслуживаемом оборудовании	A/07.2	2
Наладка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров с программным управлением для обработки деталей, требующих перестановок и комбинированного их крепления; обработка деталей средней сложности	3	Наладка обрабатывающих центров для обработки отверстий в деталях и поверхностей деталей по 7–8 квалитетам	B/01.3	3
		Программирование станков с числовым программным управлением (ЧПУ)	B/02.3	3
		Установка деталей в приспособления и на столе станка с выверкой их в различных плоскостях	B/03.3	3
		Обработка отверстий и поверхностей в деталях по 7–8 квалитетам	B/04.3	3
Наладка и регулировка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров с программным управлением для обработки деталей и сборочных единиц с разработкой программ управления; обработка сложных деталей	4	Наладка обрабатывающих центров для обработки отверстий и поверхностей в деталях по 6 квалитету и выше	C/01.4	4
		Обработка отверстий и поверхностей в деталях по 6 квалитету и выше	C/02.4	4

Далее проанализируем обобщенную трудовую функцию – «Наладка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров с программным управлением для обработки деталей, требующих перестановок и комбинированного их крепления; обработка деталей средней сложности». Анализ приведен в таблице 39.

Таблица 39 – анализ трудовой функции.

Наименование	Наладка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров с программным управлением для обработки деталей, требующих перестановок и комбинированного их крепления; обработка деталей средней сложности	Код	А	Уровень квалификации	3
Возможные наименования должностей	Наладчик обрабатывающих центров (5-й разряд) Оператор обрабатывающих центров (5-й разряд) Оператор-наладчик обрабатывающих центров (5-й разряд) Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ 3-й квалификации Оператор обрабатывающих центров с ЧПУ 3-й квалификации Наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ 3-й квалификации				
Требования к образованию и обучению	Среднее профессиональное образование – программы подготовки квалифицированных рабочих (служащих)				
Требования к опыту практической работы	Не менее одного года работ второго квалификационного уровня по профессии «оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ»				
Особые условия допуска к работе	Прохождение обязательных предварительных (при поступлении на работу) и периодических медицинских осмотров (обследований), а также внеочередных медицинских осмотров (обследований) в установленном законодательством Российской Федерации порядке				
	Прохождение работником инструктажа по охране труда на рабочем месте				

В рамках анализируемой обобщенной трудовой функции, обучаемый должен уметь выполнять следующие трудовые функции:

Таблица 40 – трудовые функции.

Наладка обрабатывающих центров для обработки отверстий в деталях и поверхностей деталей по 7–8 квалитетам	В/01.3
Программирование станков с числовым программным управлением (ЧПУ)	В/02.3
Установка деталей в приспособлениях и на столе станка с выверкой их в различных плоскостях	В/03.3
Обработка отверстий и поверхностей в деталях по 7–8 квалитетам	В/04.3

Наиболее нам подходит трудовая функция – «Программирование станков с числовым программным управлением». Данная трудовая функция должна

быть сформирована на 3-ом уровне (подуровне) квалификации. Анализ приведен в таблице 41.

Таблица 41 – Анализ трудовой функции «Программирование станков с числовым программным управлением (ЧПУ)»

Наименование	Программирование станков с числовым программным управлением (ЧПУ)	Код	В/02.3	Уровень (подуровень) квалификации	3
Трудовые действия	Корректировка чертежа изготавливаемой детали				
	Выбор технологических операций и переходов обработки				
	Выбор инструмента				
	Расчет режимов резания				
	Определение координат опорных точек контура детали				
	Составление управляющей программы				
Необходимые умения	Программировать станок в режиме MDI (ручной ввод данных)				

В итоге анализа данной трудовой функции можно сформировать программу повышения квалификации Операторов-наладчиков обрабатывающих центров с ЧПУ в Учебном центре.

4.3. Содержание программы повышения квалификации Оператора-наладчика обрабатывающих центров с ЧПУ

Основополагающим документом по профессиональной подготовке Оператора-наладчика обрабатывающих центров с ЧПУ в учебном центре является программа повышения квалификации.

Программа повышения квалификации состоит из теоретической части (110 академических часов) и производственного обучения (180 часов). После прохождения курса сдаётся квалификационный экзамен, состоящий из теоретической (контрольный тест) и практической (обработка детали) частей. В случае успешной сдачи экзамена, присваивается 3-й разряд оператора станков с ЧПУ.

Таблица 42. - Программа повышения квалификации Операторов-наладчиков обрабатывающих центров с ЧПУ. Срок обучения – 2 месяца

№	Курсы, предметы	Количество
п/п		часов
1.	Теоретическое обучение	110
	1. Чтение чертежей и схем	10
	2. Допуски и технические измерения	10
	3. Электротехника с основами про-	8
	мышленной электроники	8
	4. Экономика предприятия	4
	5. Охрана труда	4
	6. Специальный курс	66
II.	Производственное обучение	180
	Консультации	16
	Квалификационный экзамен	8
Итого:		290

На специальный курс учебным планом выделено 66 часов. Рассмотрим тематический план Специального курса.

Таблица 43 - Тематический план Специального курса

№	Разделы	Количество
п/п		часов
1.	Устройство станков с программным управлением	20
2.	Технологический процесс обработки деталей на станках с ПУ	20
3.	Разработка управляющих программ для станков	16
4.	с числовым программным управлением	
5.	Наладка и эксплуатация станков с ПУ	8
	Охрана окружающей среды	2
	Итого:	66

Для дальнейшей разработки урока необходимо выбрать раздел, соответствующий приведенной выше трудовой функции. Таким разделом

является «Разработка управляющих программ для станков с числовым программным управлением».

В результате освоения учебной раздела обучающийся должен:

Знать:

- Технология автоматической обработки информации и кодирования информации;
- Виды управляющего программного обеспечения;
- Приемы работы в CAD/CAM системах;
- Методы и средства постпроцессирования и редактирования управляющих программ.

Уметь:

- Разрабатывать управляющие программы автоматизированным способом программирования.

4.4. Составление перспективно-тематического плана

Тематический план учебного предмета определяет перечень тем и разделов, последовательность их расположения в программе и количество отводимых на каждую тему часов. Перспективно-тематический план является одним из итоговых документов, разрабатываемых преподавателем при проектировании темы дисциплины.

Наиболее общими характеристиками тематического плана является представленная в ней последовательность изучения тем программы и количество часов, отведенных на изучение каждой темы. Эти характеристики регулируются следующими дидактическими принципами: научность, связь теории с практикой, систематичность и доступность, унификация и дифференциация.

Эти принципы могут быть реализованы следующим образом:

					ДП 44.03.04.728 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		117

- целостным и верным отражением основ соответствующей науки в тематическом плане;
- опережением теоретического обучения по сравнению с производственным;
- обеспечением формирования системных знаний у учащихся с учетом возрастных и познавательных возможностей;
- учетом специфики профессии при использовании типовых документов.

Разработанный с учетом этих принципов тематический план способен будет в определенной мере решить задачи обучения учащихся предмету. Перспективно-тематический план обеспечивает: систематизацию тем программы дисциплины по урокам; возможность соотношения выбранных методов, дидактических средств, форм обучения.

Далее приведем перспективно-тематический план по теме «Написание управляющей программы (УП) в САМ 3 оси»

Таблица 44 – Перспективно-тематический план по теме «Написание управляющей программы (УП) в САМ 3 оси»

№ урока	Тема урока	Учебная цель	Методы обучения	Формы организации (тип урока)	ДСО
1	2	3	4	5	6
1	Написание управляющей программы (УП) в САМ 3 оси.	Обучающая: Разрабатывать управляющие программы ручным и автоматизированным способом программирования, проверка управляющих программ (УП) средствами вычислительной техники. Воспитательная: Воспитывать интерес к новым знаниям,	рассказ, беседа, объяснение, демонстрация презентации,	Урок усвоения новых знаний	учебное пособие, ПК, мультимедиа проектор, экран, слайды, карточки задания.

		положительные мотивы учебно-познавательной деятельности; Развивающая: Развивать способность выбирать способ проверки УП и ее последующей корректировки. Развивать уверенность в своих действиях			
--	--	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	--	--

4.5. Разработка методики проведения занятия теоретического обучения

Раздел: «Разработка управляющих программ для станков с числовым программным управлением».

Тема занятия: «Написание управляющей программы (УП) в САМ 3 оси».

Обучающая: Разрабатывать управляющие программы ручным и автоматизированным способом программирования, проверка управляющих программ (УП) средствами вычислительной техники.

Воспитательная: воспитать интерес к новым знаниям, положительные мотивы учебно-познавательной деятельности;

Развивающая: Развивать способность выбирать способ проверки УП и ее последующей корректировки.

Развивать уверенность в своих действиях

Тип урока: урок усвоения новых знаний

Методы обучения - рассказ, беседа, объяснение, демонстрация презентации

Средства обучения - учебное пособие, ПК, мультимедиапроектор, экран, слайды, карточки задания.

Время, отведенное на урок: 2 академических часа

Таблица 45 – План хода урока

Деятельность преподавателя	Время, мин	Наглядные средства, ТСО	Деятельность учащихся
1.Организационная часть (проверить по журналу явку учащихся).	5	-	Приветствие преподавателя.
2.Вводная часть Ознакомление учащихся с темой, целью и задачами урока.	5	-	Слушают, записывают
3.Основная часть Повторение предыдущего материала имеющего связь с изучением нового материала. Рассказ, объяснение нового материала, показ слайдов по ходу рассказа.	50	учебное пособие, ПК, мультимедиапроектор, экран, слайды	Запись определений. Слушают новый материал, записывают основные понятия.
4.Закрепляющий контроль. Преподаватель объясняет суть задания, следит за выполнением, в случае необходимости оказывает помощь.	20	Карточки задания.	Обучаемые получают задание на закрепляющий контроль, выполняют предложенную работу, в случае необходимости обращаются за помощью к преподавателю.
5.Подведение итогов. Педагог проверяет работы, озвучивает результаты, выставляет оценки за работу.	10	-	Обучаемые слушают результаты выполненной работы.

Конспект изложения нового материала

Тема урока: Написание управляющей программы (УП) в САМ 3оси (слайд 1)

Познакомимся с основными понятиями модуля ADEM CAM (слайд 2).

Маршрут обработки – последовательность технологических объектов, который описывает что, как и в каком порядке будет обрабатываться.

Технологический объект – каждый конструктивный элемент с определенным технологическим переходом или Технологическая команда.

Конструктивный элемент (КЭ) – элемент детали, обрабатываемый за один технологический переход. В модуле ADEM CAM существует 13 типов конструктивных элементов, которыми описывается любая геометрия будущего изделия. Порядок задания для всех конструктивных элементов одинаков: выбор типа конструктивного элемента, задание параметров конструктивного элемента, указание контура, определяющего границы конструктивного элемента.

Технологический переход (ТП) – набор технологических параметров, определяющих стратегию обработки одного конструктивного элемента. Для создания технологического перехода нужно выбрать тип технологического перехода, задать параметры перехода и параметры инструмента.

Технологическая команда (ТК) - технологический объект не связанный с непосредственной обработкой (снятием металла). Кроме вспомогательных технологических команд Вы можете определить некоторые общие команды: начало цикла, плоскость холостых ходов и т.д.

Управляющая программа (УП) - последовательность команд для определенного вида оборудования. Перед генерацией управляющей программы Вы должны рассчитать траекторию движения инструмента и выбрать конкретный вид оборудования (модель станка).

Процесс создания управляющей программы (слайд 3)

					ДП 44.03.04.728 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		121

Процесс создания управляющей программы условно делится на 8 действий:

1.Создание конструктивного элемента (колодец, уступ, плоскость, отверстие и т.д.)

2.Создание технологического перехода (фрезерование, сверление, точение и т.д.) для созданного конструктивного элемента.

Результатом 1 и 2 шагов является один технологический объект (ТО).

3.Повторение 1-2действий для создания остальных ТО.

4.Если это необходимо, создание технологических команд (Начало Цикла, Плоскость Холостых ходов, Стоп и т.д.).

5.Создание оптимального маршрута обработки (упорядочивание ТО). Этот шаг не является обязательным.


6.Расчет траектории движения инструмента.

7.Моделирование процесса обработки. Этот шаг не является обязательным.

8.Создание, просмотр и сохранение управляющей программы.

Положение начала цикла – точка в пространстве, характеризующая положение настроечной точки инструмента перед началом обработки (слайд 4).

Для задания положения начала цикла

1.Нажмите кнопку  «Начало цикла» на панели «Команды». Появится диалог «Начало цикла».

2.В поле Координата Z, введите значение 25.

3.Будет создан технологический объект «Начало цикла». Название ТО появится в строке состояния (ТО:1 Начало цикла).


Задание плоскости холостых ходов (слайд 5)

Плоскость холостых ходов – плоскость, по которой выполняются холостые перемещения инструмента при переходе от одного конструктивного

элемента к другому. Траектория движения инструмента рассчитывается по правилу (слайд 6):

- инструмент перемещается из исходной точки в плоскость холостых ходов по кратчайшему расстоянию
- в пределах плоскости холостых ходов в новую точку
- по кратчайшему расстоянию новую точку

Для задания положения плоскости холостых ходов:

1.Нажмите кнопку  «Плоскость холостых ходов» на панели «Команды». Появится диалог «Плоскость холостых ходов».

2.Поставьте флажок Вкл/выкл.


3.Введите в поле Координата Z значение10.

4.Будет создан технологический объект «Плоскость холостых ходов». Название ТО появится в строке состояния (ТО:2 Плоскость холостых ходов).

Создание конструктивного элемента «Стенка»

Третий технологический объект будет состоять из КЭ Стенка и технологического перехода Фрезерование.

«Стенка» - конструктивный элемент, имеющий замкнутый или незамкнутый контур. Обработка производится с внешней стороны.


1.Нажмите кнопку  «Стенка» на панели «Конструктивные элементы». Появится диалог «Стенка».

2.В группе «Плоскость привязки» выберите Плоскость КЭ, ведите в поле Глубина значение27.

3.Укажите контур стенки. Будет определена граница стенки.


4.Щелкните средней кнопкой мыши или нажмите клавишу Esc для завершения создания КЭ «Стенка». Название конструктивного элемента появится в строке состояния.

Создание технологического перехода «Фрезеровать 2.5X»


- 1.Нажмите кнопку  «Фрезеровать 2.5X» на панели «Переходы». Появится диалог «Фрезеровать 2.5X»
- 2.Введите в поле Недобег значение 29.
- 3.Выберите закладку «Инструмент» диалога «Фрезеровать 2.5X».
- 4.Введите в поле «Диаметр» значение 10.
- 5.Будет создан третий технологический объект. Название ТО появится в строке состояния (ТО:3 Фрезеровать/Стенка).

Все технологические объекты созданы и теперь Вы можете рассчитать траекторию движения инструмента. Расчет производится при помощи команды «Процессор». Результатом расчета является файл CLDATA, который содержит последовательность команд для станка с ЧПУ.



Для расчета траектории движения инструмента

- 1.Нажмите кнопку  «Процессор» на панели «Процессор».
- 2.При выполнении команды «Процессор» будет показана траектория движения инструментов и появится диалог «Процессор» с сообщением «Успешное выполнение».

После расчета траектории движения инструмента Вы можете моделировать процесс обработки на плоскости (в модуле ADEM CAM) или в трехмерном пространстве (в модуле ADEM Verify).

- 1.Нажмите кнопку  «Моделирование» на панели «Моделирование 2D». В диалоге «Моделирование» нажмите кнопку «Старт»
- 2.По завершении моделирования появится сообщение «Успешное завершение».

Для объемного моделирования обработки

- 1.Нажмите кнопку  «Объемное моделирование» на панели «Моделирование 3D». Появится окно модуля ADEM Verify.
- 2.Нажмите кнопку  «Simulate mode» на панели «Simulate».

3.Нажмите кнопку  «Start» на панели «Simulate».

По окончании объемного моделирования активизируйте окно модуля ADEM CAM. Сгенерируем управляющую программу.

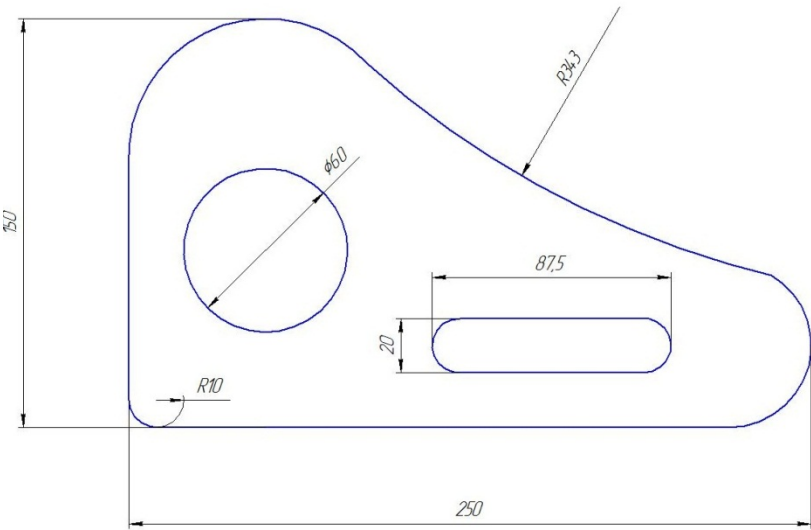
Закрепление знаний нового материала

Студентам выдается индивидуальное задание, которое представляет собой обработку конкретной детали, используемой в реальном производстве и соответствующий степени сложности обработки квалификационных разрядов профессии «Оператор станков с программным управлением».

Основными критериями оценки является полнота и правильность выполнения:

- Выбора обрабатываемых контуров;
- Создание всех технологических переходов, необходимых для создания УП.

Таблица 46- Карточка-задание

	<p>Задание:</p> <p>Выполнить обработку контура заданной детали, отверстия и паза.</p>
<p>Рекомендуемый инструмент:</p> <p>Фреза Ø40</p> <p>Фреза Ø16</p>	

Оценка знаний, умений и навыков по результатам контроля производится в соответствии с универсальной шкалой.

Таблица 47 – Оценочная шкала

Процент результативности.	Качественная оценка индивидуальных образовательных достижений	
	Балл (оценка)	Вербальный аналог
86 - 100	5	отлично
76 - 85	4	хорошо
51 - 75	3	удовлетворительно
Менее 50	2	не удовлетворительно

Также для занятия разработана электронная презентация (Приложение Г). Далее опишем роль презентации в учебном процессе

Роль презентации в учебном процессе

Эффективность воздействия учебного материала на студенческую аудиторию во многом зависит от степени и уровня иллюстративности устного материала. Визуальная насыщенность учебного материала делает его ярким, убедительным и способствует интенсификации процесса его усвоения. Одним из таких приемов, широко используемых в настоящее время для устных выступлений, являются компьютерные презентации, позволяющие акцентировать внимание аудитории на значимых моментах излагаемой информации и создавать наглядные эффектные образы в виде схем, диаграмм, графических композиций и т. п. Электронные презентации можно рассматривать как дидактическое средство обучения и отнести к электронным учебным пособиям, но только с оговоркой: презентация вспомогательное пособие, используемое преподавателем на уроке и

требующее его комментариев и дополнений. Под электронной презентацией мы понимаем логически связанную последовательность слайдов, объединенную одной тематикой и общими принципами оформления. Создание и применение на уроке электронных презентаций на сегодняшний день весьма актуально, как и разработка общих методических принципов для них. В функции преподавателя электронная презентация представляет:

- источник учебной информации;
- наглядное пособие;
- тренажер;
- средство диагностики и контроля.

Следует подчеркнуть важный объективный фактор для широкого внедрения компьютерных презентаций в учебный процесс, а именно: наличие программного средства, позволяющего непрофессионалам в области информатики быстро и просто создавать серию насыщенных информацией слайдов, оформленных в единый слайд-фильм с мультимедийными эффектами. Таким программным средством является Microsoft PowerPoint. Данное приложение доступно на любом компьютере, где полностью установлен MS Office, является легким в освоении и применении, не требует от преподавателя наличия опыта программирования. В презентациях учебного назначения, разработанных в PowerPoint, с помощью гипертекста и кнопок-ссылок можно организовать удобный для использования студентами интуитивно понятный интерфейс. Сказанное позволяет рекомендовать для педагогов, желающих самостоятельно разрабатывать компьютерные учебные пособия и имеющих достаточно богатый материал для их содержательного наполнения, но не обладающих знаниями в области программирования. Основным отличием презентаций от остальных способов представления информации является их особая насыщенность содержанием и

интерактивность, Т.е. способность определенным образом изменяться и реагировать на действия пользователя. Преимущества презентации:

- позволяет уменьшить непроизводительные затраты живого труда преподавателя;
- дает студентам широкие возможности свободного выбора соответственной траектории обучения в процессе образования;
- предполагает дифференциальный подход к студентам;
- повышает оперативность и объективность контроля и оценки результатов обучения;
- гарантирует непрерывную связь в отношениях «преподаватель-студент»;
- способствует индивидуализации учебной деятельности;
- повышает мотивацию учения;
- способствует развитию у студентов продуктивных, творческих функций мышления, росту интеллектуальных способностей, формированию операционного стиля мышления.

Презентация позволяет повысить успешность занятий с использованием демонстрационных средств и повысить вероятность убеждения аудитории на 43%. Преподаватели кафедры ТМС РГППУ активно используют на разных этапах урока презентации, которые они сами разрабатывают. Особенно выручает презентация на открытых уроках.

Опыт применения презентаций в учебном процессе подчеркнул несомненные достоинства этого вида обучения:

- интеграция гипертекста и мультимедиа в единую презентацию позволяет сделать изложение учебного материала ярким и убедительным;
- сочетание устного лекционного материала с демонстрацией презентации позволяет концентрировать визуальное внимание студентов на особо значимых (важных) моментах учебного материала;

- установка учебного материала в виде презентационных программ в компьютерных классах позволяет студентам использовать их для дополнительных занятий в часы, отведенные для самостоятельной работы;

- презентации удобно использовать для вывода информации в виде распечаток на принтере в качестве раздаточного материала для студентов.

Применение компьютерных презентаций в учебном процессе для различных учебных дисциплин позволяет интенсифицировать усвоение учебного материала студенческой аудиторией и проводить занятия на качественно новом уровне, используя вместо аудиторной доски проецирование слайд-фильмов с экрана компьютера на большой настенный экран. Практически все средства обучения, кроме химического эксперимента, могут заменить слайды презентации. Если целью электронной презентации является замена одного из средств, например, бумажного плаката слайдами, то использование мультимедийной техники в данном случае не оправдано теми затратами, которые прилагает преподаватель для подготовки к уроку. Если же необходимо на уроке использовать несколько перечисленных средств в комплексе, если имеющиеся таблицы, схемы, рисунки устарели или не отвечают замыслу преподавателя, то презентация – современное решение вопроса. Это уместно в частности потому, что не переключает внимание студента на технические паузы: вывешивание плаката, включение кодоскопа, видеомагнитофона и т.д. Необходимо оговориться, что положительный эффект будет только в том случае, если презентация применяется не единоразово, а систематически.

Основные принципы разработки презентации

- Весь урок не должен быть «завязан» на презентации.
- Необходимо так установить технику, чтобы она не мешала свободному перемещению студентов и преподавателя и не исключала

возможность работы с классической доской. Наверное, идеальный вариант - наличие в классе интерактивной доски.

- Формы и место использования презентации на занятиях зависят, конечно, от содержания этого урока, от цели, которую ставит преподаватель.

Тем не менее, практика позволяет выделить некоторые общие, наиболее эффективные приемы применения презентации: При изучении нового материала - позволяет иллюстрировать учебный материал разнообразными наглядными средствами. Применение особенно выгодно в тех условиях, когда необходимо показать динамику развития какого-либо процесса. При проведении устных упражнений - дает возможность оперативно предъявлять задания и корректировать результаты их выполнения. При проверке фронтальных самостоятельных и домашних работ - обеспечивает наряду с устной проверкой - визуальный контроль результатов.

Таким образом, даже при отсутствии специальных учебных программных средств, преподаватель получает возможность оснастить свой урок самостоятельно подготовленными мультимедийными пособиями.

Требования к эффективности использования презентации:

1. Педагогическая целесообразность использования презентации.
2. Отбор материала для презентации должен соответствовать принципам научности, доступности, наглядности.
3. Адаптивность мультимедийной презентации, возможность внесения в нее изменений и дополнений в зависимости от учебной программы и особенностей конкретного учебного заведения, целей педагогов.
4. Мультимедийная презентация с методическим сопровождением и приложениями должна загружаться одним заархивированным файлом.

5. При показе необходимо помнить, что презентация это только сопровождение выступления. Длинные презентации утомительны и не воспринимаются, какими бы красочными они ни были.

6. Смена слайдов (частота мелькания) должна производиться с учетом возрастных и психологических особенностей слушателей.

7. Соблюдение гигиенических требований при использовании презентации как экранного средства обучения (непрерывная длительность воздействия не должна превышать 30 мин).

8. Не стоит перегружать слайды анимационными эффектами.

Из всего вышесказанного можно сделать следующие выводы:

- презентация - удобное средство для иллюстративного сопровождения доклада;
- презентация - это помощник докладчика, а не его "заместитель";
- презентация создается для слушателя.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Целью ВКР являлось повышение технологического уровня механической обработки детали «Корпус блока управления».

В соответствии с предъявляемыми требованиями в результате работы был произведен анализ служебного назначения детали, технических требований, точности и ее технологичность. Выбран среднесерийный тип производства, проведено обоснование выбора способа получения заготовки, а так же рассчитаны технологические припуски и выбраны режимы резания. Оборудование, инструмент и приспособления применены с учетом технической характеристики детали, вида производства, точности, экономичности.

Разработан комплект документации технологического процесса. Составлена управляющая программа с помощью программного обеспечения ADEM. Произведены экономические расчеты.

Так как разработанный техпроцесс подразумевает применение современного оборудования с ЧПУ в методической части проведен анализ Профессионального стандарта по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ» и проведено педагогическое проектирование учебного процесса по разделу «Разработка управляющих программ для станков с числовым программным управлением». А также была разработана методика проведения занятия теоретического обучения на тему «Написание управляющей программы (УП) в САМ 3 оси». Данная разработка предназначена для повышения квалификации рабочих на профессию «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ» 3-го разряда в образовательной организации НОЧУ ДПО «Уральский центр подготовки кадров».

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. ГОСТ 26645-85 Отливки из металлов и сплавов: допуски размеров, массы и припуски на механическую обработку.
2. Единые ведомственные нормативы времени на работы, выполняемые на металлорежущих станках. Часть II / И.И. Романов, И.Г. Прудников, В.А. Крутов, и др. – М.: ЦНИС, 1980. – 250 с., ил.
3. Единые ведомственные нормативы времени на работы, выполняемые на металлорежущих станках. Часть III / И.И. Романов, И.Г. Прудников, В.А. Крутов, и др. – М.: ЦНИС, 1980. – 190 с., ил.
4. Каталог Skif-M Фрезерные инструменты 2016
5. Каталог Guhring Общий каталог 2015
6. Каталог SECO Обработка отверстий 2016
7. Козлова Т.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учеб. пособие. – Екатеринбург: Изд-во Урал. гос. проф.-пед. ун-та, 2001. –169с.
8. Ловыгин А. А., Теверовский Л. В. - Современный станок с ЧПУ и CAD/CAM-система. – М.: ДМК Пресс, 2012. – 279 с.: ил.
9. Методика профессионального обучения. Схемы, таблицы, комментарии [Текст]: учеб. пособие для вузов / И.В. Осипова, О.В. Тарасюк, Ю.В. Осколкова, В.С. Локтина. Екатеринбург: Изд-во Рос. гос. проф.- пед. ун-та, 2010. 148 с. (Б-ка высш. проф.-пед. образования).
10. Обработка металлов резанием: Справочник технолога / А.А. Панов, В.В. Аникин, Н.Г. Бойм и др.; Под общ. ред. А.А. Панова. 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 2004. – 784 с., ил
11. Образовательная программа: Профессиональная подготовка по профессии 16045 «Оператор станков с ЧПУ» 3,4,5 разрядов.

12. Резание металлов и режущие инструменты: Учеб. пособие для вузов/В.Г. Солоненко, А.А. Рыжкин. – 2-е изд., стер. – М.: Высш. шк., 2008. – 414 с.: ил.
13. Справочник нормировщика / А.В. Ахумов, Б.М. Генкин, Н.Ю. Иванов и др.; Под общей редакцией А.В. Ахумова. Л., Машиностроение, 1987 – 458 с., ил.
14. Справочник технолога машиностроителя. В 2-х т. Т1 / Под ред. А.Г. Косиловой, А.Г. Сулова, А.М. Дальского, Р.К. Мещерякова – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 2001. – 912 с., ил.
15. Справочник технолога машиностроителя. В 2-х т. Т2 / Под ред. А.Г. Косиловой, А.Г. Сулова, А.М. Дальского, Р.К. Мещерякова – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 2001. – 944 с., ил.
16. Техничко - экономические расчеты в выпускных квалификационных работах (дипломных проектах): Учеб. пособие / Авт.-сост. Е.И. Чучкалова, Т.А. Козлова, В.П. Суриков. Екатеринбург: Изд-во ГОУ ВПО «Рос. гос. проф.-пед. ун-т», 2006. 66 с.
17. Базров Б.М. Технология машиностроения: учебник для студентов машиностроительных специальностей вузов. – М.: Машиностроение. -2005.- 736 с.
18. Рогов В.А. Основы технологии машиностроения 2-е изд., испр. и доп. Учебник для вузов. - М. : Издательство Юрайт, 2017. — 351 с. — (Серия : Авторский учебник). — ISBN 978-5-534-00889-0.
19. Колесов И.М. Основы технологии машиностроения; Учебник для машиностроительных специальных вузов – 2-е изд., испр. – М.: Высшая школа., 1999 – 591с. ил.
20. Аверин, В.Н. Компьютерная инженерная графика: учеб. пособие / В.Н. Аверин. М.: ИЦ Академия, 2013. – 224 с.

21. Косов, Н. П. Технологическая оснастка: вопросы и ответы: учеб. пособие для вузов по специальности \" Технология машиностроения \"/ Н. П. Косов, А. Н. Исаев, А. Г. Схиртладзе. - Москва: Машиностроение, 2005. - 302с.
22. Логиновский, А.Н. Инженерная 3D-компьютерная графика: Учебник / А.Н. Логиновский. – М.: Юрайт, 2013. – 464с
23. Бородина, Н. В. Дипломное проектирование : учеб. пособие для вузов / Н. В. Бородина, Г. Ф. Бушков ; Рос. гос. проф.-пед. ун-т, Урал. отд-ние Рос. акад. образования. - Екатеринбург : Издательство РГППУ, 2011. - 89 с.
24. Козлова, Т. А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения : учеб. пособие для вузов / Т. А. Козлова ; Рос. гос. проф.-пед. ун-т, Урал. отд-ние Рос. акад. образования. - Екатеринбург : Издательство РГППУ, 2012. - 138 с.
25. Сысоев, С. К. Технология машиностроения: проектирование технологических процессов: учебное пособие/ С. К. Сысоев, А. С. Сысоев, В. А. Левко. - Санкт-Петербург [и др.]: Лань, 2011. - 349 с.: ил.
26. Обработка металлов резанием: Справочник технолога /А. А. Панов, В. В. Аникин, Н. Г. Бойм и др.; Под общ. ред. А. А. Панова. - М.: «Машиностроение». 1988. - 736 с.: ил.
27. Фираго В.П. Основы проектирования технологических процессов и приспособлений. Методы обработки поверхностей - М., Машиностроение, 1973г. - 468 с.
28. Кузнецов Ю.И., Маслов А.Р., Байков, А.Н. Оснастка для станков с ЧПУ. Справочник. - М.: Машиностроение 2003. 359 с
29. Косилова А.Г. Точность обработки, заготовки и припуски в машиностроении. Справочник / А.Г. Косилова, Р.Л. Мещеряков, М.А. Калинин. -М.: Машиностроение, 1976.
30. Общемашиностроительные нормативы времени и режимов резания для нормирования работ, выполняемых на универсальных и многоцелевых станках с ЧПУ. Нормы режимов резания. - М.: Экономика, 1990. - Ч. 2

Приложение А. Лист задания по дипломному проектированию.

					ДП 44.03.04.728 ПЗ	Лист
						136
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		

Приложение Б. Перечень листов графических документов.

№ п/ п	Наименование документа	Порядковый номер	Формат	Кол-во листов
1	Корпус блока управления. Отливка	ДП 44.03.04.728.01	A2	1
2	Корпус блока управления	ДП 44.03.04.728.02	A2	1
3	Иллюстрация техпроцесса. Операции 010, 015	ДП 44.03.04.728.Д03	A1	1
4	Иллюстрация техпроцесса. Операция 015	ДП 44.03.04.728.Д04	A1	1
5	Управляющая программа на операцию 015 (фрагмент)	ДП 44.03.04.728.Д05	A1	1
6	Технико- экономические показатели проекта	ДП 44.03.04.728.Д06	A1	1
7	Сравнение показателей оборудования	ДП 44.03.04.728.Д07	A1	1
8	Презентация к занятию	ДП 44.03.04.728.Д08	A4	6
	Итого листов формата A1 – 6			

Приложение В. Комплект технологической документации.

					ДП 44.03.04.728 ПЗ	Лист
						138
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		

					Лист
ДП 44.03.04.728 ПЗ					
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата	139

<u>Инв. №подл.</u>	<u>Инв. №подл.</u>	Подпись и дата	<u>Взам инв. №</u>	<u>Инв. №дубл.</u>	Форма 102.401
					ДП 44.03.04.728
<p>Комплект документов <u>Технологический процесс</u> <u>изготовления детали «Корпус блока управления»</u></p>					
<p>Разработал: студент гр. ЗТО-405С <u>Безногов А.П.</u></p> <p>Проверил: доцент кафедры ТМС Козлова Т.А.</p>					

[illegible]

Дубл.																			
Взам.																			
Подп.																			
															АД.02141.000001			2	
															ДП 44.03.04.728			АД.50141.000001	
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции					Обозначение документа									
Б	Код, наименование оборудования					СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз.	Тшт			
Р						ПИ	О	или	В	L	t	i	S	p	v				
А 01	020 0108 СЛЕСАРНАЯ																		
Б 02						18466 2-6													
О 03	1. Притупить острые кромки, снять заусенцы.																		
04																			
О 05	2. Нарезать резьбу М2,5-6Н																		
06																			
07																			
А 08	025 0125 ПРОМЫВКА																		
О 09	1. Промыть деталь																		
10																			
11																			
А 12	030 7100 ПОЛУЧЕНИЕ ПОКРЫТИЯ																		
О 13	1. Покрытие ан. окс. нхр ГОСТ 9.36-85																		
14																			
15																			
А 16	035 0200 КОНТРОЛЬ					БТ 48; БТ 242													
Б 17						12920 2-5													
КТП		Карта технологического процесса																	3

[illegible][illegible]

P		п	и	о	у	л	у	в	л	т	и	с	п	в
---	--	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

17	

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

--	--	--	--	--	--

АД.02141.000001

1

Разраб.	Безногов А.П.			ФГАОУ ВО РГППУ	ДП 44.03.04.728		АД.60142.000001
Проверил	Козлова Т.А.			ИПО ЭТО-405С			
Утвердил	Бородина Н.В.						
Т.контр.					Корпус блока управления		010
Н.контр.	Суриков В.П.						

Наименование операции	Материал	Твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры	МЗ	КОИД
ВЕРТИКАЛЬНО-ФРЕЗЕРНАЯ	АМг6 ГОСТ 21488-76	НВ	166				1
Оборудование, устройство ЧПУ	Обозначение программы	Т _о	Т _б	Т _{пз}	Т _{шт}	СОЖ	
6Р12		2,0	0,43	23	2.61		

Р		ПИ	0 или В	L	t	i	S	n	v
0 01	1. Установить заготовку в приспособление и закрепить								
T 02	ПР. 7201-0001 Тиски ГОСТ 16518-96								
03									
0 04	2. Фрезеровать плоскость выдерживая размеры 96h11 (вм. 94h11); 188 (вм.184).								
T 05	ПИ. 2214-0271 Фреза ВКЗ ГОСТ 26595-85								
T 06	СИ. ШЦ-11-300-0,01 Штангенциркуль электронный 166-90								
07									
0 08	3. Фрезеровать стенки выдерживая размеры 184; 54								
T 09	ПИ. 2223-0020 Фреза $\phi 40$ ГОСТ 17026-71								
T 10	СИ. ШЦ-11-300-0,01 Штангенциркуль электронный 166-90								
11									
0 12	4. Сверлить 6 отв. и нарезать резьбу МЗ-7Н.								
T 13	ПИ. Guhring 1839 Комбинированное сверло-метчик $\phi 3$								

ОК

Операционная карта

5

Документ разработан с использованием САО/САМ/САРР системы АДЕМ.

[illegible]

[illegible]

Документ разработан с использованием CAD/CAM/CAPP системы АДЕМ.

Дудл.			
Взам.			
Подл.			

	AД.02141.00001	4
--	----------------	---

[illegible]

P		М	О	У	В	L	t	i	S	n	v
---	--	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

[illegible][illegible][illegible]

0 03	15. Фрезеровать отверстия $\phi 13H7$; $\phi 18H7$; $\phi 25H7$.
------	---------------------------------------------------------------------

T 04	PI RE 100A Фреза Ø10 Gubrina
------	------------------------------

1.51	1.71	1.91	2.11	2.31	2.51	2.71	2.91	3.11	3.31	3.51	3.71	3.91	4.11	4.31	4.51	4.71	4.91	5.11	5.31	5.51	5.71	5.91	6.11	6.31	6.51	6.71	6.91	7.11	7.31	7.51	7.71	7.91	8.11	8.31	8.51	8.71	8.91	9.11	9.31	9.51	9.71	9.91																																																																																																																																																														
0.00	0.05	0.10	0.15	0.20	0.25	0.30	0.35	0.40	0.45	0.50	0.55	0.60	0.65	0.70	0.75	0.80	0.85	0.90	0.95	1.00	1.05	1.10	1.15	1.20	1.25	1.30	1.35	1.40	1.45	1.50	1.55	1.60	1.65	1.70	1.75	1.80	1.85	1.90	1.95	2.00	2.05	2.10	2.15	2.20	2.25	2.30	2.35	2.40	2.45	2.50	2.55	2.60	2.65	2.70	2.75	2.80	2.85	2.90	2.95	3.00	3.05	3.10	3.15	3.20	3.25	3.30	3.35	3.40	3.45	3.50	3.55	3.60	3.65	3.70	3.75	3.80	3.85	3.90	3.95	4.00	4.05	4.10	4.15	4.20	4.25	4.30	4.35	4.40	4.45	4.50	4.55	4.60	4.65	4.70	4.75	4.80	4.85	4.90	4.95	5.00	5.05	5.10	5.15	5.20	5.25	5.30	5.35	5.40	5.45	5.50	5.55	5.60	5.65	5.70	5.75	5.80	5.85	5.90	5.95	6.00	6.05	6.10	6.15	6.20	6.25	6.30	6.35	6.40	6.45	6.50	6.55	6.60	6.65	6.70	6.75	6.80	6.85	6.90	6.95	7.00	7.05	7.10	7.15	7.20	7.25	7.30	7.35	7.40	7.45	7.50	7.55	7.60	7.65	7.70	7.75	7.80	7.85	7.90	7.95	8.00	8.05	8.10	8.15	8.20	8.25	8.30	8.35	8.40	8.45	8.50	8.55	8.60	8.65	8.70	8.75	8.80	8.85	8.90	8.95	9.00	9.05	9.10	9.15	9.20	9.25	9.30	9.35	9.40	9.45	9.50	9.55	9.60	9.65	9.70	9.75	9.80	9.85	9.90	9.95	10.00

[illegible]

0 06	16. Расточить отверстие $\phi 56H7$.
------	---------------------------------------

[illegible]

107	Ри. Ервато Распачная золотка с макромембранческой регуляцией ZCCO
-----	-------------------------------------------------------------------

0 09	17. Сделаны 3 отб. и изготовлен резец М4-7Н.
------	----------------------------------------------

[illegible]

1-10	РИ. Gühring 1839 Комбинированное сверло-метчик Ø4
------	---------------------------------------------------

[illegible][illegible][illegible]

Т 13	РМ. Guhring 1839 Комбинированное сверло-метчик $\phi 3$
------	---------------------------------------------------------

14

0	15	30	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180	195	210	225	240	255	270	285	300	315	330	345	360
---	----	----	----	----	----	----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

0 15	19. Сверлить 3 отв. Ø2,5 под нарезание резьбы М2,5-6Н.
------	--------------------------------------------------------

Т 16	РМ. 2300-0002 Сварло Ø2,05 ГОСТ 886-77
------	----------------------------------------

[illegible][illegible]

ПК	Предложенная карта	9
----	--------------------	---

Приложение Г.

В качестве методического обеспечения занятия, разработана электронная презентация. Использование электронных презентаций позволяет значительно повысить информативность и эффективность урока при объяснении учебного материала, способствует увеличению динамизма и выразительности излагаемого материала.

Слайды к занятию

ТЕМА УРОКА: НАПИСАНИЕ УПРАВЛЯЮЩЕЙ ПРОГРАММЫ (УП) В САМ 3 ОСИ

ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ МОДУЛЯ ADEM CAM

- ❖ **Маршрут обработки** – последовательность технологических объектов, который описывает что, как и в каком порядке будет обрабатываться.
- ❖ **Технологический объект** – каждый конструктивный элемент с определенным технологическим переходом.
- ❖ **Конструктивный элемент** - элемент детали, обрабатываемый за один технологический переход.
- ❖ **Технологический переход** – набор технологических параметров, определяющих стратегию обработки одного конструктивного элемента.
- ❖ **Технологическая команда** - технологический объект не связанный с непосредственной обработкой (снятием металла).
- ❖ **Управляющая программа** - последовательность команд для определенного вида оборудования.

Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата

ДП 44.03.04.728 ПЗ

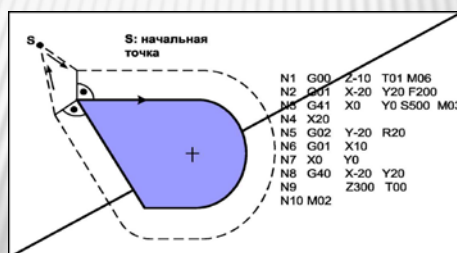
Лист

3

ПРОЦЕСС СОЗДАНИЯ УПРАВЛЯЮЩЕЙ ПРОГРАММЫ

- 1.Создание конструктивного элемента (колодец, уступ, плоскость, отверстие и т.д.)
- 2.Создание технологического перехода (фрезерование, сверление, точение и т.д.) для созданного конструктивного элемента.
- 3.Повторение 1-2действий для создания остальных ТО.
- 4.Если это необходимо, создание технологических команд (Начало Цикла, Плоскость Холостых ходов, Стоп и т.д.).
- 5.Создание оптимального маршрута обработки (упорядочивание ТО). Этот шаг не является обязательным.
- 6.Расчет траектории движения инструмента.
- 7.Моделирование процесса обработки. Этот шаг не является обязательным.
- 8.Создание, просмотр и сохранение управляющей программы.

- ✗ Положение начала цикла – точка в пространстве, характеризующая положение настроечной точки инструмента перед началом обработки.



ЗАДАНИЕ ПЛОСКОСТИ ХОЛОСТЫХ ХОДОВ

- ✗ Плоскость холостых ходов – плоскость, по которой выполняются холостые перемещения инструмента при переходе от одного конструктивного элемента к другому.

- ✦ Траектория движения инструмента рассчитывается по правилу:
- ✦ •инструмент перемещается из исходной точки в плоскость холостых ходов по кратчайшему расстоянию
- в пределах плоскости холостых ходов в новую точку
- по кратчайшему расстоянию новую точку

Приложение Д. Управляющая программа.

BEGIN PGM adem MM

; *****

; * Machine tool: U5-620, CNC: iTNC-620

; * Part Name : adem

; * Material : AMg6

; * Author : Beznogov A.P.

; * PostNumber : 0218

; * Date : 18.12.2017, Time : 13:19:38

; *****

Q1=1 ; * - END MILL D40 L0 H0

Q2=2 ; * - END MILL D10 L0 H0

Q3=3 ; * - Rezec Rastochnoy D56

Q4=4 ; * - REZBOFREZA M4 H0

Q5=5 ; * - REZBOFREZA M3 H0

Q6=6 ; * - Sverlo D2.05 H0 A119

CYCL DEF 247 DATUM SETING Q339=0 ; DATUM NUMBER

CYCL DEF 7.0 SMESCHENJE NULJA

CYCL DEF 7.1 X+0

CYCL DEF 7.2 Y+0

CYCL DEF 7.3 Z+0

CYCL DEF 10.0 POWOROT

CYCL DEF 10.1 ROT+0

TOOL CALL Q1 Z S6500

M1

CALL LBL 1

TOOL CALL Q2 Z S6500

M1

					ДП 44.03.04.728 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		6

CALL LBL 2

TOOL CALL Q3 Z S2000

M1

CALL LBL 3

TOOL CALL Q4 Z S500

M1

CALL LBL 4

TOOL CALL Q5 Z S500

M1

CALL LBL 5

TOOL CALL Q6 Z S500

M1

CALL LBL 6

CALL LBL 99

LBL 1

; (1 Frezerovat kolodets)

; (1 SKIF-M MT290-040A16R04AD10-IK-AL HWN15)

; *****

; VIRABLES

; *****

Q90=+51.3 ; NACHALNAYA GLUBINA

Q91=+50 ; KONECHNAYA GLUBINA

Q92=+2. ; KOL-VO SHAGOV

Q93=ABS(Q91-Q90)/Q92 ; VICHISLENIE SHAGA

Q94=Q90 ;

Q95=Q94+Q93*2 ;

; *****

LBL 31

					ДП 44.03.04.728 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		7

L X-246.876 Y-85.168 R0 FMAX

L Z+Q95 R0 FMAX M13

L Z+Q94 R0 F0.2

L X-163 Y-50 R0

L X-21 R0

L Y-44 R0

L X-163 R0

L Y-50 R0

L Y-90 RL

L X-1 RL

CR X+19 Y-70 R+20 DR+

L Y-24 RL

CR X-1 Y-4 R+20 DR+

L X-183 RL

CR X-203 Y-24 R+20 DR+

L Y-70 RL

CR X-183 Y-90 R+20 DR+

L X-163 RL

L Y-70 R0

Q94=Q94-Q93

Q95=Q94+Q93*2

L IZ+2 R0 FMAX

CALL LBL 31 REP Q92

L R0 FMAX M140 MB100

; (2 Frezerovat stenku)

; *****

; VIRABLES

; *****

					ДП 44.03.04.728 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		8

Q90=+53.5 ; NACHALNAYA GLUBINA

Q91=+52.5 ; KONECHNAYA GLUBINA

Q92=+2. ; KOL-VO SHAGOV

Q93=ABS(Q91-Q90)/Q92 ; VICHISLENIE SHAGA

Q94=Q90 ;

Q95=Q94+Q93*2 ;

; *****

LBL 32

L X-39 Y-94 R0 FMAX

L Z+Q95 R0 FMAX M13

L Z+Q94 R0 F0.1

L X-18 RL

L Y-90 RL

L X-39 R0

L Y-94 R0

L X-18 RL

L Y-90 RL

L X-39 R0

L Y-94 R0

L X-18 RL

L Y-90 RL

L X-39 R0

Q94=Q94-Q93

Q95=Q94+Q93*2

L IZ+2 R0 FMAX

CALL LBL32 REP Q92

L R0 FMAX M140 MB100

L R0 FMAX M140 MB MAX M9

					ДП 44.03.04.728 ПЗ	Лист
						9
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		

M5

L X+0 Y+225 R0 FMAX M91

LBL 0

LBL 2

; (3 Frezerovat kolodets)

; (2 Guhring 3202)

; *****

; VIRABLES

; *****

Q90=+49.3 ; NACHALNAYA GLUBINA

Q91=+48 ; KONECHNAYA GLUBINA

Q92=+2. ; KOL-VO SHAGOV

Q93=ABS(Q91-Q90)/Q92 ; VICHISLENIE SHAGA

Q94=Q90 ;

Q95=Q94+Q93*2 ;

; *****

LBL 33

L X+4.953 Y-44.614 R0 FMAX

L Z+Q95 R0 FMAX M13

L Z+Q94 R0 F0.1

L X-31 Y-29 R0

L X-32.5 R0

L Y-61.5 R0

CR X-32.746 Y-65 R+25 DR-

L X-31 R0

L Y-24 R0

L X-37.657 R0

CR X-37.5 Y-26.5 R+20 DR-

					ДП 44.03.04.728 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		10

L Y-61.5 R0

CR X-39.396 Y-70 R+20 DR-

L X-26 R0

L Y-24 R0

L X-31 R0

L Y-19 R0

L X-44.51 R0

CR X-42.5 Y-26.5 R+15 DR-

L Y-61.5 R0

CR X-50.962 Y-75 R+15 DR-

L X-21 R0

L Y-19 R0

L X-31 R0

L Y-14 R0

L X-95.5 R0

L Y-16.5 R0

L X-57.5 R0

CR X-47.5 Y-26.5 R+10 DR-

L Y-61.5 R0

CR X-57.5 Y-71.5 R+10 DR-

L X-95.5 R0

L Y-80 R0

L X-16 R0

L Y-14 R0

L X-31 R0

L X-21 Y-9 R0

L X-31 Y-4 RL

L X-99.5 RL

					ДП 44.03.04.728 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		11

CR X-105.5 Y-10 R+6 DR+
 L Y-20.5 RL
 CR X-99.5 Y-26.5 R+6 DR+
 L X-57.5 RL
 L Y-61.5 RL
 L X-99.5 RL
 CR X-105.5 Y-67.5 R+6 DR+
 L Y-84 RL
 CR X-99.5 Y-90 R+6 DR+
 L X-11 RL
 CR X-6 Y-85 R+5 DR+
 L Y-9 RL
 CR X-11 Y-4 R+5 DR+
 L X-31 RL
 L Y-10 R0
 Q94=Q94-Q93
 Q95=Q94+Q93*2
 L IZ+2 R0 FMAX
 CALL LBL 33 REP Q92
 L R0 FMAX M140 MB100
 ; (4 Frezerovat okno)
 ; *****
 ; VIRABLES
 ; *****
 Q90=+47.5 ; NACHALNAYA GLUBINA
 Q91=+43.5 ; KONECHNAYA GLUBINA
 Q92=+8. ; KOL-VO SHAGOV
 Q93=ABS(Q91-Q90)/Q92 ; VICHISLENIE SHAGA

					ДП 44.03.04.728 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		12

Q94=Q90 ;
 Q95=Q94+Q93*2 ;
 ; *****
 LBL 34
 L X-38 Y-44 R0 FMAX
 L Z+Q95 R0 FMAX M13
 L Z+Q94 R0 F0.1
 L X-37 R0
 L X-43 RL
 CR X-36.125 Y-50.875 R+6.875 DR+
 CR X-29.25 Y-44 R+6.875 DR+
 CR X-38 Y-35.25 R+8.75 DR+
 CR X-46.75 Y-44 R+8.75 DR+
 CR X-36.125 Y-54.625 R+10.625 DR+
 CR X-25.5 Y-44 R+10.625 DR+
 CR X-38 Y-31.5 R+12.5 DR+
 CR X-50.5 Y-44 R+12.5 DR+
 CR X-38 Y-56.5 R+12.5 DR+
 CR X-25.5 Y-44 R+12.5 DR+
 L X-31.5 R0
 Q94=Q94-Q93
 Q95=Q94+Q93*2
 L IZ+2 R0 FMAX
 CALL LBL 34 REP Q92
 L R0 FMAX M140 MB100
 ; (5 Frezerovat okno)
 ; *****
 ; VIRABLES

; *****

Q90=+49.5 ; NACHALNAYA GLUBINA

Q91=+43.5 ; KONECHNAYA GLUBINA

Q92=+24. ; KOL-VO SHAGOV

Q93=ABS(Q91-Q90)/Q92 ; VICHISLENIE SHAGA

Q94=Q90 ;

Q95=Q94+Q93*2 ;

; *****

LBL 35

L X-71.5 Y-44 R0 FMAX

L Z+Q95 R0 FMAX M13

L Z+Q94 R0 F0.1

L X-70.5 R0

L X-76.5 RL

CR X-69.5 Y-51 R+7 DR+

CR X-62.5 Y-44 R+7 DR+

CR X-71.5 Y-35 R+9 DR+

CR X-80.5 Y-44 R+9 DR+

CR X-71.5 Y-53 R+9 DR+

CR X-62.5 Y-44 R+9 DR+

L X-68.5 R0

Q94=Q94-Q93

Q95=Q94+Q93*2

L IZ+2 R0 FMAX

CALL LBL 35 REP Q92

L R0 FMAX M140 MB100

; (6 Frezerovat okno)

; *****

					ДП 44.03.04.728 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		14

; VIRABLES

; *****

Q90=+49.5 ; NACHALNAYA GLUBINA

Q91=+45.5 ; KONECHNAYA GLUBINA

Q92=+16. ; KOL-VO SHAGOV

Q93=ABS(Q91-Q90)/Q92 ; VICHISLENIE SHAGA

Q94=Q90 ;

Q95=Q94+Q93*2 ;

; *****

LBL 36

L X-91.5 Y-44 R0 FMAX

L Z+Q95 R0 FMAX M13

L Z+Q94 R0 F0.1

L X-90.5 R0

L X-96.5 RL

CR X-90.75 Y-49.75 R+5.75 DR+

CR X-85 Y-44 R+5.75 DR+

CR X-91.5 Y-37.5 R+6.5 DR+

CR X-98 Y-44 R+6.5 DR+

CR X-91.5 Y-50.5 R+6.5 DR+

CR X-85 Y-44 R+6.5 DR+

L X-91 R0

Q94=Q94-Q93

Q95=Q94+Q93*2

L IZ+2 R0 FMAX

CALL LBL 36 REP Q92

L R0 FMAX M140 MB MAX M9

M5

					ДП 44.03.04.728 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		15

L X+0 Y+225 R0 FMAX M91

LBL 0

LBL 3

; (7 Rastochit otverstie)

; (3 Golovka rastochnaya pryamaya (D56))

M3

CYCL DEF 202 BORING ~

Q200=+2 ; SET-UP CLEARANCE ~

Q201=-11.5 ; DEPTH ~

Q206=FU0.2 ; FEED RATE FOR PLUNGING ~

Q211=0 ; DWELL TIME AT DEPTH ~

Q208=0.8 ; RETRACTION FEED RATE ~

Q203=+50 ; SURFACE COORDINATE ~

Q204=+100 ; 2ND SET-UP CLEARANCE ~

Q214=0 ; DISENGAGING DIRECTN ~

Q336=+0 ; ANGLE OF SPINDLE

L X-141.5 Y-44 FMAX M99

L R0 FMAX M140 MB MAX M9

M5

L X+0 Y+225 R0 FMAX M91

LBL 0

LBL 4

; (8 Narezat otverstie)

; (4 Guhring 1839)

M3

L X-15.5 Y-84.5 FMAX M99

L X-60.5 Y-84.5 FMAX M99

L X-38 Y-21.5 FMAX M99

					ДП 44.03.04.728 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		16

L R0 FMAX M140 MB MAX M9

M5

L X+0 Y+225 R0 FMAX M91

LBL 0

LBL 5

; (9 Narezat otverstie)

; (5 Guhring 1839)

M3

L X-60 Y-44 FMAX M99

L X-77.25 Y-53.959 FMAX M99

L X-77.25 Y-34.041 FMAX M99

L X-111.189 Y-26.5 FMAX M99

L X-171.811 Y-26.5 FMAX M99

L X-141.5 Y-79 FMAX M99

L R0 FMAX M140 MB MAX M9

M5

L X+0 Y+225 R0 FMAX M91

LBL 0

LBL 6

; (10 Sverlit otverstie)

; (6 Sverlo (D2.05))

M3

CYCL DEF 200 DRILLING ~

Q200=+2 ; SET-UP CLEARANCE ~

Q201=-10 ; DEPTH ~

Q206=FU0.1 ; FEED RATE FOR PLUNGING ~

Q202=+12 ; PLUNGING DEPTH ~

					ДП 44.03.04.728 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		17

Q210=0 ; DWELL TIME AT TOP ~
 Q203=+50 ; SURFACE COORDINATE ~
 Q204=+100 ; 2ND SET-UP CLEARANCE ~
 Q211=0 ; DWELL TIME AT DEPTH
 L X-87 Y-51.794 FMAX M99
 L X-87 Y-36.206 FMAX M99
 L X-100.5 Y-44 FMAX M99
 L R0 FMAX M140 MB MAX M9
 M5
 LBL 0
 LBL 99
 L X+0 Y+225 R0 FMAX M91
 M5 M9
 TOOL CALL Q1 Z S6500
 L X+450 Y+450 R0 FMAX M91
 M30
 END PGM adem MM

					ДП 44.03.04.728 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		18